

Tersedia online di: journal.gunabangsa.ac.id**Journal of Health (JoH)**

ISSN (online): 2407-6376 | ISSN (print): 2355-8857



Representation of Methemoglobin Levels Due to Pesticide Exposure in Farmers in Sigi Biromaru

Representasi Kadar Methemoglobin (Methb) Akibat Paparan Pestisida pada Petani di Sigi Biromaru

Intania Riska Putrie^{1*}, Tri Setyawati², Devi Oktafiani³, Ryka Marina Walanda⁴, Listawati⁵^{1,2,3,4}Universitas Tadulako Sulawesi Tengah Indonesia, Prodi Kedokteran⁵Universitas Tadulako Sulawesi Tengah Indonesia, Departemen Biokimia

ABSTRACT

Pesticides can be toxic and disrupt the ecosystem if used for long periods in high doses. High toxicity due to intensive pesticide exposure will affect heme biosynthesis. Oxygen is carried by red blood cells that contain Fe²⁺ ions bound to hemoglobin. Exposure to toxic pesticides will cause Fe²⁺ ions to oxidize to Fe³⁺, resulting in hemoglobin changing into Methemoglobin (MetHb). This causes Hb to be unable to bind with oxygen, resulting in anemia. Methemoglobin measurement is important for farmers because they are at high risk. This measurement can also be used for early detection, prevention of complications, and evaluation of pesticide exposure. This study aims to determine MetHb levels in farmers intensively exposed to pesticides. This study used a cross-sectional design with a stratified sampling technique. This study used 50 farmers who were directly exposed to pesticides. The sample used was a 3cc venous blood sample taken using a syringe. The blood sample was then measured for MetHemoglobin levels using a spectrophotometer. This research was conducted in two villages, namely Kalukubula Village and Lolu Village. In Kalukubula Village, the average MetHemoglobin level was 6.53%, with the lowest level being 2.95% and the highest level being 9.95%. In Lolu Village, the average MetHemoglobin level was 5.72%, with the lowest level being 1.80% and the highest level being 9.60%. Normal MetHemoglobin levels in humans range from 0-3%. MetHemoglobin levels in farmers in Sigi Biromaru mostly showed Asymptomatic Methemoglobin results, meaning that most farmers suffer from MetHemoglobin but do not show clinical symptoms.

Keywords: Pesticides, Farmers, Methemoglobin, Anemia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima : 24 November 2024
 Direvisi : 22 April 2025
 Disetujui : 22 April 2025
 Dipublikasi : 31 Juli 2025

KORESPONDENSI

Intania Riska Putrie
intania.risput@gmail.com

Copyright © 2025 Author(s)



Di bawah lisensi *Creative Commons Attribution 4.0 International License*.

INTISARI

Kandungan pestisida dapat bersifat toksik dan mengganggu ekosistem bila digunakan dalam jangka waktu lama serta dosis yang tinggi. Tingginya toksisitas akibat paparan pestisida secara intensif akan mempengaruhi biosintesis heme. Oksigen dibawa oleh sel darah merah yang memiliki kandungan ion Fe²⁺ terikat pada hemoglobin. Paparan pestisida yang bersifat toksik akan menyebabkan ion Fe²⁺ mengalami oksidasi menjadi Fe³⁺ sehingga mengakibatkan hemoglobin berubah menjadi Methemoglobin (MetHb). Hal ini menyebabkan Hb tidak mampu berikatan dengan oksigen sehingga menimbulkan terjadinya anemia. Pengukuran MetHemoglobin penting dilakukan pada petani karena petani memiliki resiko yang tinggi. Pengukuran ini juga dapat digunakan sebagai deteksi dini, pencegahan komplikasi maupun evaluasi dari paparan pestisida. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar MetHb pada petani yang

terpapar pestisida secara insentif. Penelitian ini menggunakan desain cross-sectional dengan teknik pengambilan sampel secara stratified sampling. Penelitian ini menggunakan 50 orang petani yang terpapar langsung oleh pestisida. Sampel yang digunakan adalah sampel darah vena yang diambil sebanyak 3 cc menggunakan spuit. Sampel darah kemudian diukur kadar MetHemoglobin menggunakan spektrofotometer. Penelitian ini dilakukan pada dua desa yakni Desa Kalukubula dan Desa Lolu. Pada Desa Kalukubula rerata kadar MetHemoglobin adalah 6,53%, kadar terendah sebesar 2,95% dan kadar tertinggi 9,95%. Pada Desa Lolu rerata kadar MetHemoglobin sebesar 5,72%, kadar terendah sebesar 1,80% dan kadar tertinggi 9,60%. Kadar normal MetHemoglobin pada manusia berkisar 0-3%. Kadar MetHemoglobin pada Petani di Sigi Biromaru sebagian besar menunjukkan hasil Methemoglobin Tanpa Gejala, artinya sebagian besar petani menderita MetHemoglobin namun tidak menunjukkan gejala klinis.

Kata kunci: Pestisida, Petani, Methemoglobin, Anemia

PENDAHULUAN

Methemoglobinemia merupakan suatu kondisi yang fatal karena menyebabkan hemoglobin kehilangan kemampuannya mengikat oksigen sehingga jaringan tubuh mengalami kekurangan oksigen (hipoksia). Methemoglobinemia dapat disebabkan karena faktor genetik maupun faktor eksternal seperti paparan zat kimia berbahaya, polutan, pestisida. Secara normal, methemoglobin (MetHb) terkandung dalam eritrosit dengan kadar 1%-2%. Kadar MetHb yang mencapai 15% akan menimbulkan sianosis dan menyebabkan darah berubah warna menjadi biru (Adhit dkk., 2022).

Petani membutuhkan pestisida untuk membasmi atau mengendalikan hama tanaman seperti tumbuhan pengganggu, serangga, dan hewan lain yang merugikan. Kandungan pestisida dapat bersifat toksik dan mengganggu ekosistem bila digunakan dalam jangka waktu lama serta dosis yang tinggi. Tingginya toksisitas akibat paparan pestisida secara intensif akan mempengaruhi biosintesis heme (Ardiwinata, 2020). Tubuh yang mengalami keracunan pestisida menyebabkan sel darah merah berkurang dan berubah warna. Sel darah merah yang normal berperan dalam membawa oksigen ke seluruh tubuh. Oksigen dibawa oleh sel darah merah memiliki kandungan ion Fe^{2+} yang terikat pada hemoglobin (Hb) (Ashish, 2017).

Paparan pestisida yang bersifat toksik akan menyebabkan ion Fe^{2+} mengalami oksidasi menjadi Fe^{3+} sehingga mengakibatkan hemoglobin berubah menjadi Methemoglobin (MetHb). Hal ini menyebabkan Hb tidak mampu

berikatan dengan oksigen sehingga menimbulkan terjadinya anemia. Kondisi berkurangnya kemampuan Hb mengikat oksigen menimbulkan kekurangan pemasokan oksigen ke jaringan tubuh termasuk otak dan otot (Ashish, 2017). Kejadian anemia pada petani akan menyebabkan petani mudah lelah, lemah dan energi berkurang sehingga produktivitas menurun (Adhit dkk., 2022).

Data Dinas Tanaman Pangan dan Hortikultura Sulawesi Tengah tahun 2022 menyatakan bahwa sebagian besar petani masih bergantung pada pupuk berbahan kimia dan juga pestisida. Penggunaan bahan kimia dalam pertanian memberi efek buruk bagi kesehatan maupun lingkungan, namun banyak petani yang mengalokasikan 50 persen ongkos produksi untuk pembelian pestisida yang diharapkan dapat meningkatkan hasil produksi secara instan. Hal ini dilatar belakangi karena Sulawesi Tengah telah ditetapkan sebagai salah satu daerah kawasan strategis nasional yang menjadi daerah penyuplai bahan pangan. Pencegahan dampak buruk akibat pestisida dapat dilakukan dengan memperhatikan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) serta penggunaan Alat Pelindung Diri (APD). Dampak kesehatan akibat paparan pestisida dapat diketahui salah satunya dengan pengukuran kadar MetHb dalam darah para petani (Marisa & Asmul, 2020).

Berdasarkan uraian di atas, hal inilah yang melatar belakangi peneliti untuk mengukur kadar MetHemoglobin akibat paparan pestisida pada petani di Sigi Biromaru. Penelitian ini telah mendapatkan surat *Etichal Clearance* dengan

Nomor: 862/UN.28.1.30/KL/2024 dari instansi setempat kemudian petani yang akan diambil darahnya telah mengisi *Inform Consent* terlebih dahulu.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah desain *cross-sectional* dengan teknik pengambilan sampel secara *stratified sampling*. Penelitian ini sudah memiliki *ethical clearance* dari Komisi Etik Fakultas Kedokteran Universitas Tadulako dengan No: 862/UN.28.1.30/KL/2024.

Populasi dalam penelitian ini adalah petani di Kecamatan Sigi Biromaru, khususnya Desa Kalukubula dan Desa Lolu. Sampel yang diambil dalam penelitian ini sebanyak 50 orang petani dengan pembagian 25 orang dari Desa Kalukubula dan 25 orang dari Desa Lolu. Sampel yang diambil berupa darah vena sebanyak 3 cc menggunakan *spoit*. Analisis sampel dilakukan pada Laboratorium Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Tadulako. Analisis data menggunakan uji statistik deskriptif pada SPSS.

Sampel darah yang telah diambil dibawa ke laboratorium untuk diperiksa kadar MetHb. Prosedur sampel dibagi menjadi 2 cara yakni Oksihemoglobin dan Deoksihemoglobin. Sampel darah (Oksihemoglobin) yang ada di tabung EDTA diambil sebanyak 10µL kemudian dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer, lalu ditambah akuades sebanyak 20 mL. Setelah itu, campuran darah dan

akuades dimasukkan ke dalam kuvet sebanyak 5 mL kemudian dibaca absorbansinya menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 540 nm (Abs Oksihemoglobin). Selanjutnya, sampel darah (Deoksihemoglobin) dimasukkan ke dalam tabung reaksi sebanyak 5 mL kemudian ditambahkan natrium nitrit bubuk sebanyak 0,5gram hingga larutan berwarna coklat. Sampel yang sudah berwarna kecoklatan kemudian dimasukkan ke dalam kuvet sebanyak 5 mL lalu dibaca absorbansinya menggunakan spektrofotometer (*Spectrostarnano*) dengan panjang gelombang 540 nm (Abs Deoksihemoglobin).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan di dua desa yakni Desa Kulukubula dan Desa Lolu, Kecamatan Sigi Biromaru, Kabupaten Sigi, Sulawesi Tengah. Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli 2024. Populasi yang digunakan adalah para petani yang terpapar pestisida di Kecamatan Sigi Biromaru. Sampel dalam penelitian ini berjumlah 50 orang dengan rincian 25 orang petani dari Desa Kalukubula dan 25 orang petani dari Desa Lolu. Desa Kalukubula memiliki petani yang berjenis kelamin laki-laki 23 orang dan perempuan 2 orang, sedangkan Desa Lolu memiliki jumlah petani yang berjenis kelamin laki-laki sebanyak 22 orang dan perempuan 3 orang yang terlihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Distribusi Karakteristik Sampel Penelitian

Lokasi	Jenis Kelamin	f	Usia	f
Desa Kalukubula	Laki-Laki	23	22-36	2
	Perempuan	2	37-46	4
	Jumlah	25	47-56	12
			57-66	7
			Jumlah	25
Desa Lolu	Laki-Laki	22	22-36	9
	Perempuan	3	37-46	7
	Jumlah	25	47-56	6
			57-66	3
			Jumlah	25
Total		50		50

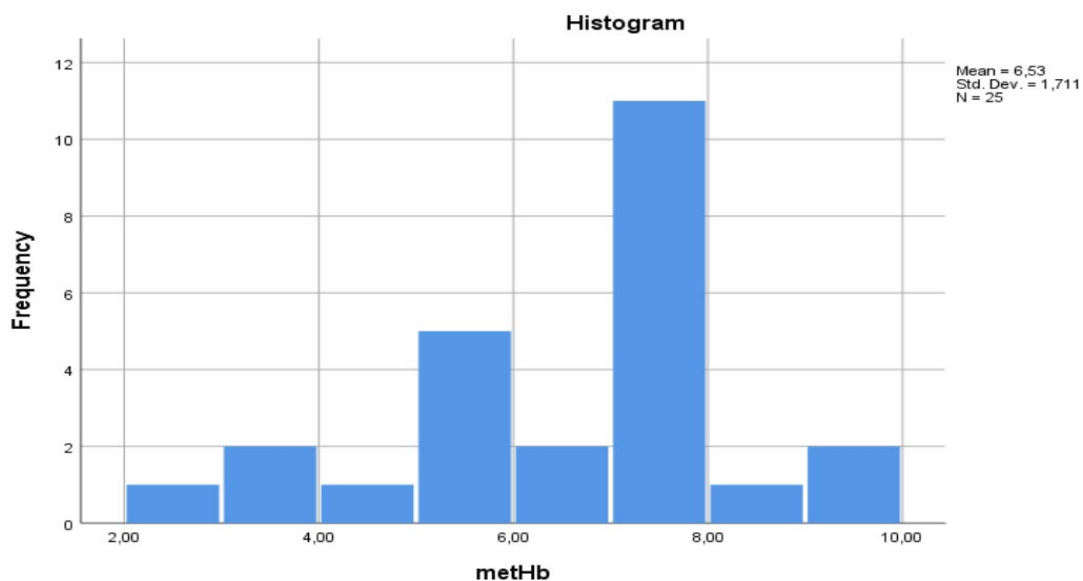
Berdasarkan penelitian diperoleh data kadar Methemoglobin pada petani di Desa Kalukubula dan Desa Lolu dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil uji normalitas *Shapiro-Wilk* Kadar Methb

pada Desa Kalukubula $P > 0,05$ sehingga data tidak terdistribusi normal, sedangkan pada Desa Lolu diketahui $P < 0,05$ yang menyatakan data terdistribusi normal.

Tabel 2. Kadar Methemoglobin pada Petani

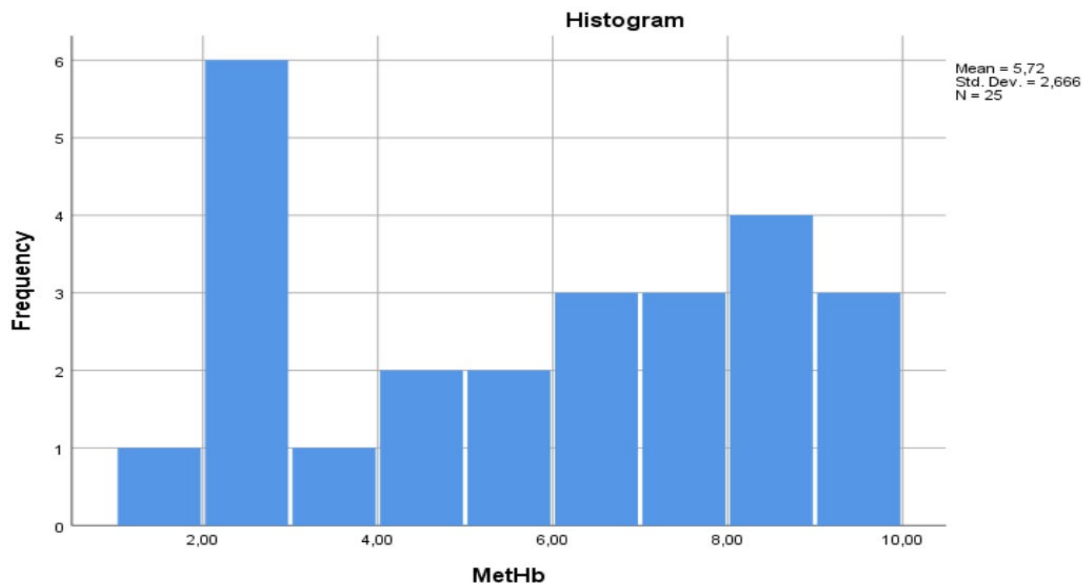
Lokasi	Kadar Methb	f	Mean $\pm$ SD	Minimum-Maximum	P Value
Desa Kalukubula			6,53 $\pm$ 1,71	2,95 - 9,95	0,081
	Normal	1			
	Tanpa Gejala	24			
	Jumlah	25			
Desa Lolu			5,72 $\pm$ 2,66	1,80 - 9,60	0,035
	Normal	7			
	Tanpa Gejala	18			
	Jumlah	25			
Total		50			

Frekuensi kadar Methemoglobin pada petani di Desa Kalukubula beragam dan dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Gambaran kadar Methemoglobin pada petani di Desa Kalukubula

Frekuensi kadar Methemoglobin pada petani di Desa Lolu beragam dan dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Gambaran kadar MetHemoglobin pada petani di Desa Lolu

Berdasarkan data hasil penelitian dari kedua desa dengan total jumlah sampel sebanyak 50 orang petani dapat disimpulkan bahwa sebagian besar kadar MetHemoglobin akibat paparan pestisida pada petani di Sigi Biromaru adalah tanpa gejala, artinya para petani memiliki kadar MetHemoglobin di atas normal yang bila tidak segera diatasi akan menimbulkan dampak yang lebih berbahaya bagi kesehatan.

Rerata usia petani pada Desa Kalukubula rata-rata berkisar 51,32 tahun, sedangkan pada Desa Lolu rata-rata berusia 41,76 tahun. Rerata kadar MetHemoglobin akibat paparan pestisida pada petani di Desa Kalukubula sebesar 6,53% sedangkan di Desa Lolu sebesar 5,72%. Hasil ini menunjukkan bahwa sebagian besar para petani pada kedua desa tersebut memiliki kadar MetHemoglobin di atas normal atau dengan kata lain para petani mengalami MetHemoglobin Tanpa Gejala. Toksisitas pestisida dapat digambarkan sebagai potensi berbahaya bagi manusia yang dibedakan menjadi toksisitas akut, toksisitas kronik dan toksisitas subkronik (Kemenkes RI, 2016). Kontaminasi pestisida melalui kulit paling banyak terjadi karena kondisi suhu yang panas pada lingkungan kerja dapat meningkatkan resiko terjadinya keracunan (Ludlow & Nappe, 2021). Keracunan pestisida

dapat menyebabkan berkurangnya kemampuan sel darah merah dalam mengikat oksigen sehingga jaringan tubuh kekurangan oksigen. Hal ini dapat menimbulkan gangguan anemia pada tubuh termasuk gangguan otak dan otot (Ashish, 2017).

Hasil uji statistik deskriptif pada kadar MetHemoglobin di Desa Kalukubula menunjukkan hasil kadar terendah sebesar 2,95% dan tertinggi sebesar 9,95%. Begitu pula pada Desa Lolu menunjukkan hasil kadar terendah sebesar 1,80% dan tertinggi 9,60%. Hasil ini menunjukkan bahwa kadar MetHemoglobin para petani sudah di atas normal. Methemoglobinemia adalah suatu kondisi dimana kadar MetHb dalam darah lebih tinggi dari 2%. Gejalanya bisa berupa sakit kepala, mual, muntah, sianosis, mengantuk, koma, hingga kematian (Adhit dkk., 2022). MetHb adalah salah satu jenis hemoglobin yang di dalamnya terjadi oksidasi bagian besi heme. Hal ini mempengaruhi afinitas oksigen dan menyebabkan hipoksia pada jaringan. Banyak racun yang terkandung dalam pestisida dapat menyebabkan kerusakan pada ginjal, hemolisis dapat menjadi penyebab utama cedera ginjal akut (Marzuki & Masrafil, 2022). Paparan pestisida dapat menimbulkan profil darah menjadi abnormal karena pembentukan sel-sel darah dan fungsinya terganggu. Kadar methemoglobin normal dalam tubuh sebesar 2%,

pada kadar ini tubuh masih dapat menolerir sehingga tidak sampai mengalami gejala patologis (Mauro dkk., 2021).

MetHb adalah salah satu jenis hemoglobin yang di dalamnya terjadi oksidasi bagian besi heme. Hal ini mempengaruhi afinitas oksigen dan menyebabkan hipoksia pada jaringan. Methemoglobinemia terjadi jika pembentukan MetHb dengan kecepatan lebih tinggi dibandingkan dengan sitokrom b5 yang bersifat reduktif; ada juga pelepasan oksigen yang tidak tepat di tingkat jaringan dasar. Sebagian besar pestisida ini dipasarkan sebagai pestisida yang aman bagi mamalia dan juga tidak memiliki obat penawar khusus. Melalui berbagai penelitian, ditemukan bahwa metilen biru dan transfusi tukar terbukti berhasil mengobati methemoglobinemia akibat keracunan. Namun, dosis yang sangat tinggi dan pemberian jangka panjang dapat menyebabkan hipotensi, nyeri dada, dan hemolisis pada pasien yang menderita defisiensi G6PD karena individu ini rentan terhadap stres oksidatif akibat produksi NADPH yang tidak memadai. Banyak racun yang terkandung dalam pestisida dapat menyebabkan kerusakan pada ginjal, hemolisis dapat menjadi penyebab utama cedera ginjal akut (Marzuki & Masrafil, 2022). Penurunan kadar hemoglobin juga terjadi pada orang yang terpapar organofosfat dan karbamat secara berlebihan karena terbentuknya sulfhemoglobin dan methemoglobin yang menyebabkan hemoglobin tidak dapat menjalankan fungsinya dalam menghantarkan oksigen (Nasution, 2022).

Sulfhemoglobin adalah kondisi atom sulfur mengoksidasi bagian heme di hemoglobin menyebabkan hemoglobin tidak mampu membawa oksigen sehingga terjadi hipoksia dan sianosis. Sulfhemoglobin tidak dapat bergabung dengan oksigen karena disebabkan oleh oksidasi hemoglobin dengan senyawa yang mengandung atom sulfur. Ikatan hemoglobin ini dapat disebabkan oleh paparan *trinitrotoluene* atau *zinc athylene bisdithiocarbamate* (fungisida) atau dengan konsumsi dosis terapi flutamide.

Penurunan kadar hemoglobin ditemukan pada petani yang terpapar pestisida dalam jangka waktu 12 bulan dengan masa kerja lebih dari 5 tahun. Para petani terkena 30 menit sampai 4 jam per hari, dengan rata-rata 3 jam paparan pestisida. Mereka terpapar sekitar 1 sampai 4 hari dalam seminggu atau rata-rata satu setengah hari dalam aplikasi pestisida (Nekkanti & Rajenesh, 2020). Salah satu penyakit yang disebabkan akibat paparan pestisida adalah hipertensi. Hal ini disebabkan karena kandungan aktif pestisida masuk ke dalam tubuh petani sehingga mengganggu proses penguraian asetilkolin akibat kerja enzim kolinesterase terhambat. Terganggunya proses penguraian asetilkolin menyebabkan terjadinya penumpukan asetilkolin di dalam darah yang mengakibatkan pergerakan pembuluh darah terganggu sehingga tekanan darah menjadi meningkat (Wde & Listy, 2024).

Methylene blue menjadi salah satu penawar untuk kasus methemoglobinemia karena akan mengaktifkan jalur yang dapat mereduksi methemoglobin menjadi hemoglobin menggunakan NADPH (*Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate*) (Syed, 2021). *Methylene blue* diberikan secara intravena dengan dosis 1-2 mg/KgBB selama lima menit. Namun, pada penderita yang memiliki kondisi defisiensi G6PD dan NADPH pemberian *methylene blue* belum dapat mengatasi gejala methemoglobinemia yang ditimbulkan. Alternatif pengobatannya dapat menggunakan asam askorbat dengan dosis 10mg/KgBB (Sheikh dkk., 2023). Hal ini sejalan dengan penelitian Prasetyaastuti (2009) yang menunjukkan bahwa kadar methemoglobin dipengaruhi oleh kadar vitamin C karena vitamin C tersebut dapat berperan sebagai antioksidan (Prasetyaastuti, 2009). Pada beberapa kasus methemoglobinemia waktu penambahan *methylene blue* menjadi hal yang penting dalam keberhasilan pengobatan methemoglobinemia (Salma dkk., 2024). Penggunaan *methylene blue* untuk penderita yang terindikasi mengalami *symptomatic* methemoglobinemia dengan kadar methemoglobin dalam darah di atas 30%.

Methylene blue sebagai inhibitor *monoamine oxidase* (MAO) serta dapat memicu perkembangan dari sindrom serotonin bila berinteraksi dengan obat lainnya (Tomislav dkk., 2022).

KESIMPULAN

Sampel dalam penelitian ini sebagian besar berjenis kelamin laki-laki. Rerata usia petani di Desa Kalukubula adalah 51,32 tahun sedangkan di Desa Lolu adalah 41,76 tahun. Rerata kadar MetHemoglobin pada petani di Desa Kalukubula sebesar 6,53% dan di Desa Lolu sebesar 5,72%. Rerata kadar MetHemoglobin dari kedua desa menunjukkan bahwa sebagian besar petani mengalami MetHemoglobin Tanpa Gejala, artinya paparan pestisida yang digunakan memiliki dampak pada kesehatan petani di Sigi Biromaru. Saran untuk penelitian selanjutnya dapat menambahkan pengukuran hemoglobin (Hb) pada petani, serta jumlah sampel petani dapat diperbanyak lagi.

APRESIASI

Penelitian ini didanai oleh Daftar Isian Pelaksana Anggaran (DIPA) BLU Universitas Tadulako sesuai dengan Surat Keputusan Rektor Universitas Tadulako Nomor:2653/UN28/KU/2024. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Kepala Balai Penyuluh Pertanian Sigi Biromaru beserta staf penyuluh petani di Desa Kalukubula dan Desa Lolu yang telah memberikan izin serta berperan aktif dalam pengambilan sampel penelitian. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada para petani di Desa Kalukubula dan Desa Lolu yang telah bersedia diambil sampel darahnya. Ucapan terima kasih penulis ucapkan pada tim penelitian yang telah membantu dan berperan aktif selama penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Adhit, K.K., Menon, S., Acharya S., & Siddhaarth, K. (2022). *Toxin-Induced Methemoglobinemia with Kidney Injury and Hypoxic Brain Injury in a Case of Pesticide Poisoning: A Case*

Report. Cureus. 14(12):e32516. DOI 10.7759/cureus.32516

Ardiwinata, A.N. (2020). Pemanfaatan Arang Aktif dalam Pengendalian Residu Pestisida di Tanah: Prospek dan Masalahnya. *Jurnal Sumberdaya Lahan. 14(1):49. doi: 10.21082/jsdl.v14n1.2020.49-62.*

Ashish, G. (2017). *A Case of Sulphemoglobin in Child with Chronic Constipation. United States: Departement of Pediatric.*

Kemenkes RI. (2016). Pedoman Pestisida Aman dan Sehat di Tempat Kerja Sektor Pertanian (Bagi Petugas Kesehatan). *Jakarta: Kemenkes RI.*

Ludlow, J., Wilkerson, R., & Nappe, T. (2021). *Methemoglobinemia. Stat Pearls Publishing, Treasure Island (FL). https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537317.*

Marisa, M. & Asmul, A. (2020). (Kadar Hemoglobin (Hb) pada Petani Perokok Pengguna Pestisida di Kenagarian Kampung Batu dalam Kabupaten Solok. *Prosiding Seminar Kesehatan Perintis. 3(1):40-45. https://jurnal.upertis.ac.id/index.php/PSK P/article/view/553*

Marzuki, B., Ridwan, M., & Masrafi, L. (2022). Ketergantungan Petani pada Pestisida. *Antara Sulteng News. https://sulteng.antaranews.com/berita/223841/ketergantungan-petani-pada-pestisida. (Diakses tanggal 12 Februari 2024 Pukul 12.00 WITA).*

Mauro, A., Parente, I., Gagliardo, T., Bonadies, A., Mancusi, R., Tipo, V., & Ponticiello, E. (2021). *An Acquired Acute Methemoglobinemia from dietary sources: Case Reports and literature review. Emergency Care Journal. 17:9089. https://doi.org/10.4081/ecj.2021.9089*

Nasution, L. (2022). Buku Ajar Pestisida Dan Teknik Aplikasi. Edisi 1. Edited by M. Arifin and Winarti. *Medan: UMSU Press.*

- Nekkanti, A.C., Hazra D., Kumar, S., & Rajenesh, A. (2020). *Acquired methemoglobinemia in cases of intentional exposure to agrochemicals: our 4 years experience*. *Curr Med Issues*. 18:175-178. 10.4103/cmi.cmi_3_20
- Prasetyaastuti. (2009). Korelasi antara Kadar Vitamin C dengan Kadar Methemoglobin Darah Lansia di Kecamatan Pakem Kabupaten Sleman. *Berita Kedokteran Masyarakat*. 2(1):9-11 chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://media.neliti.com/media/publications/163823-ID-korelasi-antara-kadar-vitamin-c-dengan-k.pdf
- Salma, K., Humaira, F., Ahmad, N., Zubia, A., Aiman, I., Mohammad, O.Y., & Muhammad, U. K. (2024). *Rapid-onset methemoglobinemia from traditional-medicine-induced potassium nitrate poisoning: successful treatment with methylene blue-a case report*. *Journal of Medical Case report*. 18(439):1-5. <https://doi.org/10.1186/s13256-024-04702-0>
- Sheikh, I., Suresh, S., Sanith, K.R., Bansal, S., & Jamshed, N. (2023). *Surviving Fatal Methemoglobinemia: A Case Report*. *Asia Pacific Journal of Medical Toxicology*. 12(4):161-164. <https://doi.org/10.22038/apjmt.2024.77001.1441>
- Syed, M.A. (2021). *Pesticides and Chemicals as Potential Risk Factors of Aplastic Anemia: A Case-Control Study Among a Pakistani Population*. *National Library of Medicine*. 13:469-475. doi: 10.2147/CLEP.S304132
- Tomislav, K., Ida, I., Toni, I., Barbara R., Paola, B., & Jasmis, H. (2022). *Methemoglobinemia - a case report and Literature review*. *Acta Clin Croat*. 61(1):93-98. doi: 10.20471/acc.2022.61.s1.16
- Wde, Y., Irma., & Listy, H. (2024). Faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian hipertensi pada petani di Kelurahan Wakoko, Kecamatan Pasarwajo, Kabupaten Buton. *Journal of Health Sciences Leksia*. 2(1):16-30. <https://jhsljournal.com/index.php/ojs/article/view/26>.