

Perbedaan Hasil Pemeriksaan Hemoglobin, Hematokrit, Dan Jumlah Eritrosit Menggunakan Mode Whole Blood Dengan Prediluted Pada Alat Hematology Analyzer

Ida I Dewa Vitha Tri Switri¹, Rosmita Anggraeni², Ismarwati³

^{1,2,3} Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta

Email: idadewavita88@gmail.com

Abstrak

Pemeriksaan hematologi merupakan cabang ilmu yang berfokus pada darah dan komponen penyusunnya. Hemoglobin, hematokrit, dan eritrosit merupakan parameter penting yang diperiksa menggunakan *hematology analyzer*. Alat ini menyediakan dua mode pemeriksaan, yaitu mode *whole blood* yang membutuhkan 1 mL sampel darah dan mode *prediluted* yang hanya memerlukan 20 μ L, yang digunakan ketika volume sampel darah terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan hasil pemeriksaan hemoglobin, hematokrit, dan jumlah eritrosit serta nilai indeks bias antara mode *whole blood* dan mode *prediluted* pada *Hematology Analyzer* Mindray BC-20. Penelitian ini bersifat analitik observasional dengan desain *cross-sectional* komparatif, melibatkan 30 responden sehat. Sampel darah EDTA diperiksa menggunakan kedua mode dan dianalisis menggunakan uji *paired samples t-test* dan uji *wilcoxon signed-rank* pada aplikasi SPSS, serta dilakukan perhitungan nilai indeks bias menggunakan batas *desirable* berdasarkan *European Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (EFLM) Biological Variation Database 2022*. Hasil penelitian menunjukkan rerata hemoglobin sebesar 13,27 dan 14,70 g/dL, hematokrit sebesar 40,76 dan 43,16%, serta eritrosit sebesar 4,75 dan 5,10 $\times 10^6/\text{mm}^3$ masing-masing pada mode *whole blood* dan *prediluted*, dengan nilai $p < 0,001$ pada seluruh parameter. Perhitungan nilai indeks bias menunjukkan bahwa ketiga parameter melebihi batas *desirable* EFLM 2022, yang mengindikasikan bahwa perbedaan hasil antara kedua mode tidak hanya bermakna secara statistik, tetapi juga bermakna secara klinis. Kesimpulan penelitian ini adalah mode *prediluted* tidak dapat digunakan sebagai pengganti mode *whole blood* dalam pemeriksaan hematologi untuk mendukung penegakan diagnosis penyakit, dan apabila penggunaannya tidak dapat dihindari, hasil yang diperoleh perlu dikonversi terlebih dahulu ke nilai mode *whole blood*.

Kata kunci: *Hematology Analyzer, Whole Blood, Prediluted, Hemoglobin, Hematokrit, Eritrosit*

Abstract

Hematology testing is a branch of science that focuses on blood and its components. Hemoglobin, hematocrit, and red blood cells are important parameters measured using a hematology analyzer. This device offers two testing modes: whole blood mode, which requires 1 mL of blood sample, and prediluted mode, which requires only 20 μ L and is used when the blood sample volume is limited. This study aimed to determine the differences in hemoglobin, hematocrit, and red blood cell count results, as well as refractive index values, between whole blood mode and prediluted mode on the Mindray BC-20 Hematology Analyzer. This was an analytical observational study with a comparative cross-sectional design, involving 30 healthy participants. EDTA blood samples were tested using both modes and analyzed using the paired samples t-test and the Wilcoxon signed-rank test in SPSS; refractive index values were calculated using the "desirable" range based on the European Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (EFLM) Biological Variation Database 2022. The results showed mean hemoglobin levels of 13.27 and 14.70 g/dL, hematocrit levels of 40.76 and 43.16%, and red blood cell counts of 4.75 and 5.10 $\times 10^6/\text{mm}^3$ for the whole blood and prediluted modes, respectively, with a p-value < 0.001 for all parameters. Calculations of the refractive index values show that all three parameters exceed the EFLM 2022 desirable limits, indicating that the differences in results between the two modes are not only statistically significant but also clinically significant. The conclusion of this study is that the prediluted mode cannot be used as a substitute for the whole blood mode in hematology testing to support the diagnosis of disease, and if its use cannot be avoided, the results obtained must first be converted to whole blood mode values.

Keywords: *Hematology Analyzer, Whole Blood, Prediluted, Hemoglobin, Hematocrit, Red Blood Cell*

1. PENDAHULUAN

Pemeriksaan hematologi merupakan cabang ilmu yang fokus pada darah dan komponen penyusunnya yang digunakan untuk penegakan diagnosis, pemantauan penyakit, serta evaluasi kondisi kesehatan pasien. Parameter pemeriksaan hematologi meliputi, pemeriksaan jumlah *Red Blood Cell* (RBC), jumlah *White Blood Cell* (WBC), jumlah hemoglobin, jumlah hematokrit, dan jumlah trombosit. Pemeriksaan laboratorium meliputi tiga tahap pemeriksaan yaitu, fase pra-analitik, fase analitik dan fase pasca analitik. Fase pra-analitik menyumbang kesalahan sebesar 46-68,2%, memberikan kontribusi kesalahan yang paling besar [1].

Kendala pada fase pra-analitik meliputi kurangnya sampel darah, hal ini dapat terjadi karena pengambilan darah yang sulit misalnya vena tidak terlihat, vena yang kecil, dan tipis seperti balita di bawah lima tahun yang berpotensi mengakibatkan volume darah tidak memadai untuk dilakukan pemeriksaan. Masalah yang sering muncul di lapangan saat melakukan pemeriksaan hematologi pada bayi adalah vena yang sangat sulit untuk diraba atau dilihat, sehingga jumlah sampel yang diperoleh hanya sekitar 100 μ L yang menyebabkan sampel tersebut volumenya tidak memungkinkan dilakukan pemeriksaan [2].

Pemeriksaan hematologi dilakukan dengan alat *hematology analyzer* yang memiliki prinsip kerja impedansi listrik yang bertujuan mengukur resistensi atau ketahanan sel terhadap aliran listrik yang diukur dalam femtolitre [3]. Kelebihan dari *hematology analyzer* yaitu tidak memerlukan perlakuan yang sulit karena darah yang diperoleh dapat langsung dilakukan pembacaan hasil dengan waktu yang singkat [4], alat ini memiliki dua mode pemeriksaan, yaitu *Whole Blood* (WB) dan *Prediluted* (PD). Mode WB digunakan ketika sampel cukup atau minimal 1 mL prosesnya otomatis, cepat, dan memiliki tingkat presisi yang sangat tinggi, sedangkan mode PD digunakan sebagai alternatif dari kurangnya sampel yang didapat yang dimana mode tersebut hanya membutuhkan 20 μ L sampel darah [5].

Berdasarkan teori, penambahan cairan pengencer dalam mode *prediluted* seharusnya mengakibatkan efek hemodilusi yang pada dasarnya menurunkan konsentrasi elemen seluler dalam darah. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Murtitono et al. (2024) [7] yang mendapatkan bahwa hasil pemeriksaan eritrosit dan trombosit menunjukkan perbedaan signifikan antara mode *whole blood* dan mode *prediluted*, di mana mode *whole blood* cenderung menghasilkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan mode *prediluted* pada alat *hematology analyzer* Sysmex XP-100, yang sesuai dengan teori hemodilusi. Sementara itu, penelitian Amelia (2023) [8] menggunakan alat *hematology analyzer* Medonic M32 justru menemukan pola yang berbeda dan kontradiktif, di mana nilai MCV dan MCH pada mode *prediluted* lebih rendah dibandingkan mode *whole blood*, namun nilai MCHC justru lebih tinggi pada mode *prediluted*. Kontradiksi ini menunjukkan bahwa arah perbedaan hasil antara mode *whole blood* dan mode *prediluted* tidak selalu konsisten untuk setiap parameter hematologi, dan diduga dipengaruhi oleh perbedaan teknologi deteksi serta algoritma perhitungan yang diterapkan oleh masing-masing merek alat. Hal ini diperkuat oleh penelitian Gina et al. (2020) [9] yang menunjukkan bahwa variasi volume dalam pemipetan manual sebelum analisis dapat diperkuat oleh sistem *hematology analyzer* melalui mekanisme faktor pengenceran, sehingga menyebabkan hasil perhitungan nilai parameter hematologi pada mode *prediluted* berpotensi lebih tinggi maupun lebih rendah dibandingkan mode *whole blood* bergantung pada sejauh mana ketepatan proses pemipetan yang dilakukan.

Inkonsistensi hasil antar penelitian tersebut mengindikasikan bahwa perbedaan merek dan tipe alat *hematology analyzer* yang digunakan, seperti Sysmex XP-100, Medonic M32, maupun Mindray BC-20, berperan penting dalam menentukan arah dan besarnya perbedaan hasil antara kedua mode pemeriksaan, karena setiap alat memiliki teknologi deteksi, sistem pengenceran internal, serta algoritma perhitungan sel yang berbeda-beda. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan hasil pemeriksaan hemoglobin, hematokrit, dan jumlah eritrosit menggunakan mode *whole blood* dengan mode *prediluted* pada

alat *hematology analyzer* Mindray BC-20, serta menganalisis nilai indeks bias klinis pada ketiga parameter tersebut berdasarkan batas *desirable European Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (EFLM) Biological Variation Database 2022* sebagai acuan kemaknaan klinis dari perbedaan yang ditemukan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan studi analitik observasional dengan desain *cross-sectional* komparatif yang dilaksanakan di laboratorium terpadu Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta pada bulan April 2026. Sampel penelitian ini berjumlah 30 responden yang dipilih berdasarkan kriteria inklusi meliputi kondisi sehat, tidak memiliki riwayat anemia, dan tidak melakukan donor darah dalam tiga bulan terakhir. Kriteria eksklusi meliputi sampel darah yang lisis, ikterik, lipemik, serta volume sampel darah kurang dari 1 ml.

Sampel yang digunakan berupa darah vena dengan antikoagulan EDTA, parameter pemeriksaan yang digunakan adalah hemoglobin, hematokrit dan jumlah eritrosit yang akan diperiksa menggunakan alat *hematology analyzer* Mindray BC-20 yang memiliki dua mode, yaitu mode *whole blood* dan *prediluted*. Mode *whole blood* dilakukan dengan cara sampel yang telah didapatkan langsung dianalisis oleh alat, sedangkan mode *prediluted* harus melewati tahap pengenceran dengan cara, darah sebanyak 20 μ L dipipet kemudian ditambahkan 180 μ L diluent yang dikeluarkan oleh alat *hematology analyzer*.

Penelitian ini sudah memperoleh persetujuan komite etik dari Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta dengan nomor 5406. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan aplikasi SPSS melalui uji normalitas Shapiro-Wilk, dilanjutkan dengan uji paired sampel t-test untuk data berdistribusi normal dan uji wilcoxon signed rank test untuk data tidak berdistribusi normal. Selain itu, dilakukan pula perhitungan nilai indeks bias untuk menilai kemaknaan klinis dari perbedaan hasil antara mode *whole blood* dan mode *prediluted*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Tabel 1. Analisis deskriptif hasil pemeriksaan hemoglobin, hematokrit, dan jumlah eritrosit menggunakan mode *whole blood* dan *prediluted*

Variabel	Min	Max	Mean	SD
Hemoglobin_WB	11.00	16.40	13.27	1.26113
Hemoglobin_PD	12.10	16.73	14.70	1.27912
Hematokrit_WB	34.90	50.20	40.76	3.52560
Hematokrit_PD	35.57	50.35	43.16	3.72352
Eritrosit_WB	4.15	5.94	4.75	0.50603
Eritrosit_PD	2.66	6.17	5.10	0.72511

Berdasarkan tabel 1, rata-rata hemoglobin, hematokrit, dan eritrosit pada mode *whole blood* berturut-turut adalah 13,27 g/dL, 40,76%, dan $4,75 \times 10^6/\text{mm}^3$, sedangkan pada mode *prediluted* adalah 14,70 g/dL, 34,16%, dan $5,10 \times 10^6/\text{mm}^3$.

Hasil uji normalitas hemoglobin, hematokrit, dan jumlah eritrosit menggunakan mode *whole blood* dan *prediluted* di sajikan pada tabel 2. Berdasarkan tabel 2, hasil uji normalitas Shapiro-Wilk menunjukkan bahwa parameter hemoglobin (Sig. mode *whole blood* = 0,576, mode *prediluted* = 0,607) dan hematokrit (Sig. mode *whole blood* = 0,301, mode *prediluted* = 0,544) berdistribusi normal (Sig.> 0,05), sehingga analisis dilanjutkan menggunakan uji paired sampel t-test. Berbeda dengan kedua parameter tersebut, parameter eritrosit menunjukkan tidak

berdistribusi normal (Sig. mode *whole blood* = 0,004, mode *prediluted* = 0,011), sehingga analisis dilanjutkan menggunakan uji Wilcoxon signed-ranks test.

Tabel 2. Hasil uji normalitas hemoglobin, hematokrit, dan jumlah eritrosit menggunakan mode *whole blood* dan *prediluted*

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hemoglobin WB	0.097	30	0.200	0.971	30	0.576
Hemoglobin PD	0.082	30	0.200	0.972	30	0.607
Hematokrit WB	0.119	30	0.200	0.960	30	0.301
Hematokrit PD	0.139	30	0.146	0.970	30	0.544
Eritrosit WB	0.204	30	0.003	0.889	30	0.004
Eritrosit PD	0.121	30	0.200	0.905	30	0.011

Tabel 3. Hasil uji Paired Sampel T-Test hemoglobin dan hematokrit

		Std. Deviation	Std. Error Mean	Sig. (2-tailed)
Pair 1	Hemoglobin mode WB –mode PD	0.90789	0.16576	0.000
Pair 1	Hematokrit modeWB –mode PD	2.51495	0.45917	0.000

Berdasarkan tabel 3, hasil uji *paired sampel t-test* hemoglobin dan hematokrit, menunjukkan ada perbedaan signifikan antara hasil pemeriksaan parameter hemoglobin dan hematokrit pada mode *whole blood* dan *prediluted* dengan nilai signifikansi $p = 0,000$ (Sig. < 0,05) menunjukkan terdapat perbedaan yang bermakna dari dua mode tersebut.

Tabel 4. Hasil uji Wilcoxon Signed Ranks Test eritrosit

Z	-3.898 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.000

Berdasarkan tabel 4, hasil uji *wilcoxon signed ranks test* eritrosit menunjukan nilai signifikan eritrosit $p = 0.000$ (Sig. < 0,05) maka dapat disimpulkan terdapat perbedaan bermakna antara mode *whole blood* dengan mode *prediluted*.

Tabel 5. Hasil uji bias

Parameter	d%	CVI (%)	CVG (%)	Batas bias EFLM (2022)	Kesimpulan
Hemoglobin	10,78%	2,85	6,8	1,84%	Terdapat perbedaan klinis
Hematokrit	5,89%	2,7	6,41	1,74%	Terdapat perbedaan klinis
Eritrosit	7,37%	3,2	6,5	1,81%	Terdapat perbedaan klinis

Berdasarkan tabel 5, nilai CV_I dan CV_G yang digunakan dalam perhitungan batas bias *desirable* diperoleh dari *EFLM Biological Variation Database 2022*. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai indeks bias hemoglobin, hematokrit, dan eritrosit pada mode *prediluted* masing-masing sebesar 10,78%, 5,89%, dan 7,37% seluruhnya melebihi batas *desirable* EFLM 2022 sebesar 1,84%, 1,74%, dan 1,81%, sehingga perbedaan hasil antara mode *whole blood* dan mode *prediluted* pada ketiga parameter tersebut dinyatakan bermakna secara statistik maupun secara klinis.

Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian terhadap 30 responden, diperoleh nilai rata-rata hemoglobin pada mode *whole blood* sebesar 13,27 g/dL dan pada mode *prediluted* sebesar 14,70 g/dL. Nilai rata-rata hematokrit pada mode *whole blood* adalah 40,76% dan pada mode *prediluted* adalah 43,16%. Nilai rata-rata eritrosit pada mode *whole blood* adalah $4,75 \times 10^6/\mu\text{L}$ dan pada mode *prediluted* adalah $5,10 \times 10^6/\mu\text{L}$. Secara keseluruhan, nilai rata-rata ketiga parameter pada mode *prediluted* tampak lebih tinggi dibandingkan mode *whole blood*. Meskipun seluruh nilai masih berada dalam rentang rujukan normal, perbedaan yang terjadi tetap perlu mendapat perhatian karena berpotensi memengaruhi interpretasi klinis, khususnya apabila nilai hasil berada pada zona batas antara normal dan abnormal [14, 15].

Hasil tersebut kemudian diperkuat melalui uji statistik. Data hemoglobin dan hematokrit berdistribusi normal (Sig. > 0,05) berdasarkan uji normalitas Shapiro-Wilk sehingga dianalisis menggunakan uji *paired sample t-test*, sedangkan data eritrosit tidak berdistribusi normal (Sig. < 0,05) sehingga dianalisis menggunakan uji *wilcoxon signed-rank test*. Nilai $p < 0,001$ diperoleh pada seluruh parameter, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna secara statistik antara mode *whole blood* dan mode *prediluted* pada pemeriksaan hemoglobin, hematokrit, dan jumlah eritrosit menggunakan *hematology analyzer* Mindray BC-20. Perbedaan tersebut nyata secara statistik dan tidak terjadi secara kebetulan, meskipun selisih nilai antar kedua mode tampak relatif kecil secara numerik.

Perbedaan hasil antara kedua mode tersebut berkaitan erat dengan proses analitik pada tahap pengenceran mode *prediluted*. Mode *whole blood* melakukan aspirasi dan pengenceran sampel secara otomatis oleh sistem internal alat, sedangkan mode *prediluted* mengharuskan operator melakukan pengenceran secara manual sebelum sampel dimasukkan ke dalam alat, sehingga proses ini lebih rentan dipengaruhi oleh faktor manusia dan berpotensi menghasilkan variasi hasil yang lebih besar [7]. Kesalahan teknis dalam proses pemipetan, seperti ketidaktepatan sudut pengambilan, kecepatan aspirasi, adanya gelembung udara, maupun penggunaan pipet yang tidak terkalibrasi dengan baik, dapat menyebabkan volume darah maupun diluent yang masuk ke dalam campuran tidak sesuai dengan volume yang seharusnya. Volume darah yang terpipet lebih banyak atau volume diluent yang ditambahkan lebih sedikit akan menyebabkan rasio pengenceran menjadi tidak akurat, konsentrasi sel dalam sampel menjadi lebih pekat, dan alat membaca jumlah sel per satuan volume yang lebih tinggi dari nilai sebenarnya [10]. Sistem koreksi otomatis pada alat terhadap sampel yang telah diencerkan juga turut berkontribusi, di mana ketidaktepatan pengenceran menyebabkan alat menghitung berdasarkan konsentrasi sampel yang sudah berubah sehingga hasil akhir yang terbaca dapat menyimpang dari nilai sebenarnya [13].

Hasil penelitian ini memiliki perbedaan hasil dibandingkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Murtitono et al. (2024) dan Angkoso and Astuti (2025) menggunakan *hematology analyzer* Sysmex XP-100, di mana kedua penelitian tersebut menunjukkan nilai mode *whole blood* lebih tinggi dibandingkan mode *prediluted*, sesuai dengan teori hemodilusi yang menyatakan bahwa penambahan cairan pengencer seharusnya menurunkan konsentrasi elemen seluler dalam darah. Perbedaan hasil tersebut diduga dipengaruhi oleh perbedaan merek dan tipe alat yang digunakan, mengingat setiap *hematology analyzer* memiliki teknologi deteksi, sistem pengenceran internal, dan algoritma perhitungan sel yang berbeda sehingga menghasilkan respons yang tidak selalu sama terhadap sampel yang diproses dalam mode *prediluted*. Penelitian Amelia (2023) menggunakan *hematology analyzer* Medonic M32 juga menemukan peningkatan nilai pada indeks eritrosit dalam mode *prediluted*, yang menunjukkan bahwa hasil analisis dapat berbeda tergantung pada prosedur, jenis alat, dan keterampilan petugas laboratorium.

Penilaian kemaknaan klinis dilakukan melalui perhitungan nilai indeks bias menggunakan batas *desirable* berdasarkan *EFLM Biological Variation Database* 2022, dengan

nilai CV_I dan CV_G diperoleh langsung dari database yang sama. Nilai indeks bias hemoglobin, hematokrit, dan eritrosit pada mode *prediluted* masing-masing sebesar 10,78%, 5,89%, dan 7,37%, seluruhnya melampaui batas *desirable* EFLM 2022 sebesar 1,84%, 1,74%, dan 1,81%, yang menunjukkan bahwa perbedaan antara kedua mode tidak hanya bermakna secara statistik tetapi juga bermakna secara klinis. Contoh kasus dimana nilai hemoglobin seseorang pada mode *whole blood* yang menunjukkan hasil 11,7 g/dL berada di bawah nilai rujukan normal, namun pada mode *prediluted* dapat terbaca menjadi 13,8 g/dL akibat ketidaktepatan rasio pengenceran, sehingga kondisi anemia yang seharusnya terdeteksi justru tampak normal dan berpotensi terlewatkan oleh klinisi. Prinsip yang ditekankan dalam CLSI H20Ed3 (2026) menegaskan bahwa setiap mode pemeriksaan pada *hematology analyzer* harus mampu memenuhi kriteria akurasi yang dapat diterima secara klinis [11]. Rekomendasi *International Council for Standardization in Haematology* (ICSH) menyatakan bahwa mode *prediluted* hanya direkomendasikan untuk tujuan skrining awal dan tidak dianjurkan sebagai acuan dalam penegakan diagnosis, mengingat potensi penyimpangan hasil yang dapat terjadi akibat variasi pada proses pengenceran manual [16, 12].

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan dalam menginterpretasikan hasil. Penggunaan satu jenis alat yaitu Mindray BC-20 menyebabkan hasil belum dapat digeneralisasikan untuk merek lain seperti Sysmex XN-1000, Abbott CELL-DYN, maupun Beckman Coulter DxH900 [17]. Populasi penelitian yang terbatas pada individu sehat menyebabkan hasil belum tentu mencerminkan kondisi pada pasien dengan kelainan hematologi tertentu, mengingat pada kondisi pasien sakit variasi antara kedua mode kemungkinan dapat menunjukkan pola yang berbeda [18]. Variasi inheren dalam proses pemipetan manual tidak dapat dieliminasi sepenuhnya meskipun dilakukan oleh tenaga yang terlatih, dan uji pengulangan pada mode *prediluted* tidak dilakukan dalam penelitian ini. Penelitian lanjutan yang melibatkan berbagai merek alat dan populasi yang lebih beragam diperlukan untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif, serta validasi ulang pada mode *prediluted* di laboratorium klinis perlu dilakukan untuk memastikan keandalan hasil pemeriksaan [19].

4. KESIMPULAN

Terdapat perbedaan yang bermakna secara statistik dan klinis pada hasil pemeriksaan hemoglobin, hematokrit, dan jumlah eritrosit antara mode *whole blood* dan mode *prediluted* pada *hematology analyzer* Mindray BC-20, dengan nilai $p < 0,001$ pada seluruh parameter dan nilai indeks bias yang melebihi batas *desirable* EFLM *Biological Variation Database* 2022. Mode *prediluted* tidak dapat digunakan sebagai pengganti mode *whole blood* dalam pemeriksaan hematologi untuk mendukung penegakan diagnosis penyakit, dan apabila penggunaannya tidak dapat dihindari, hasil yang diperoleh perlu dikonversi terlebih dahulu terhadap nilai mode *whole blood* sebelum digunakan sebagai acuan interpretasi klinis.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Nugraha, N. A. Ningsih, T. Sulifah, and S. Fitria, "Stabilitas Pemeriksaan Hematologi Rutin Pada Sampel Darah Yang Didiamkan Pada Suhu Ruang Menggunakan Cell-Dyn Ruby," *J. Muhammadiyah Med. Lab. Technol.*, vol. 1, no. 4, pp. 21–29, 2021.
- [2] E. Khotimah and N. N. Sun, "Analisis Kesalahan Pada Proses Pra Analitik Dan Analitik Terhadap Sampel Serum Pasien Di Rsud Budhi Asih," *J. Med. Utama*, vol. 03, no. 04, pp. 402–406, 2022, [Online]. Available: <http://jurnalmedikahutama.com>
- [3] A. I. Fitri, A. Achyar, and E. Yuniarti, "Gambaran Kadar Hemoglobin (Hb) pada Ibu Hamil dengan Menggunakan Alat Hematologi Analyzer di Puskesmas Lubuk Basung," *Masal. J. Pendidik. dan Sains*, vol. 4, no. July 2023, pp. 925–936, 2024.
- [4] E. Aprilia, T. Hartiti, and U. Amalia, "Akurasi dan Presisi Hasil Pemeriksaan

- Hematology Analyzer di Laboratorium Puskesmas Banjarharjo Kabupaten Brebes,” Universitas Muhammadiyah Semarang, 2019.
- [5] E. J. B. Angkoso and T. D. Astuti, “The Comparison of Hemoglobin and Leukocytes Examination Between Whole Blood and Pre-Diluted Modes on Hematology Analyzer 2 . Research Method,” vol. 1, no. 2020, pp. 31–35, 2025.
- [6] N. Wahyuni and A. Aliviameita, “Comparison of Erythrocyte Index Values of Venous and Capillary Blood,” *Medicra (Journal Med. Lab. Sci.*, vol. 4, no. 1, pp. 13–16, 2021, doi: 10.21070/medicra.v4i1.895.
- [7] M. Murtitono, T. D. Astuti, and M. P. Solikah, “Perbandingn Jumlah Eritrosit, Trombosit Mode Whole Blood dan Prediluted Menggunakan Hematology Analyzer,” *J. Kesehat. Perintis*, vol. 11, no. 1, pp. 35–40, 2024.
- [8] V. Amelia, B. Nurhayati, E. Hayati, and M. Rahmat, “Perbandingan Nilai Indeks Eritrosit Dari Darah Whole Blood Dan Pre Diluent Pada Hematology Analyzer Medonic M32,” *Pros. Rapat Kerja Nas. Asos. Institusi Perguru. Tinggi Teknol. Lab. Med. Indones.*, pp. 28–41, 2023.
- [9] G. Kamila, E. Hayati, N. Marliana, and G. Noviar, “Perbandingan Kadar Hemoglobin, Jumlah Leukosit dan Trombosit dari Darah Mode Whole Blood dan Pre Diluent Menggunakan Hematology Analyzer,” Politeknik Kesehatan Kemenkes Bandung, 2020.
- [10] Infolabmed, ““Metode Pengukuran Pada Hematologi Analyzer | Elektrikal Impedance, Fotometri, Flowcytometry, dan Histrogram/Kalkulasi,”” *Infolabmed*, 2017. <https://www.infolabmed.com/2017/04/metode-pengukuran-pada-hematologi.html> (accessed Jun. 30, 2026).
- [11] D. Aprilian, Y. Mundriyastutik, and A. A. Saputro, “Evaluasi Akurasi dan Presisi Alat Hematology Analyzer Mindray BC-5380 Mode Predilute Terhadap Kadar Hemoglobin pada Darah Kapiler Evaluation of the Accuracy and Precision of the Mindray BC-5380 Hematology Analyzer in Predilute Mode Predilute Against Hemog,” *J. Lab. Medis*, vol. 07, no. 01, pp. 20–26, 2025.
- [12] G. Gulati, G. Uppal, and J. Gong, “Unreliable Automated Complete Blood Count Results: Causes, Recognition, and Resolution,” *Ann. Lab. Med.*, vol. 42, pp. 515–530, 2022, doi: 10.3343/alm.2022.42.5.515.
- [13] H. E. S. Hamadto, “Comparison between Pre-diluted Mode and Whole Blood Mode in Complete Blood Counts, Wad Medani Teaching Hospital, Gezira State, Sudan (2017).,” 2018.
- [14] A. Fauzi, A. Novilla, N. Ningrum, and I. Herawati, “Perbandingan Kadar Hemoglobin Menggunakan POCT (Point Care Of Testing) dengan Alat Hematology Analyzer Pada Pasien Normal dan Anemia,” *J. Ilm. Kesehat.*, vol. 16 (2), pp. 386–394, 2024, doi: 10.37012/jik.v16i2.2329.
- [15] F. A. F. Subhan, I. G. Andika, and D. S. Prihandono, “Perbedaan Nilai Hematokrit Metode Mikrohematokrit Menggunakan Darah Kapiler Pada Posisi Duduk Dan Berbaring,” *J. Kesehat. Tambusai*, vol. 4, pp. 6462–6468, 2023.
- [16] A. Aini, *Bahan Ajar Hematologi*. CV.AA.RIZKY, 2021.
- [17] A. Åstrand *et al.*, “A comparative study of blood cell count in four automated hematology analyzers: An evaluation of the impact of preanalytical factors.,” *PLoS One*, vol. 19, no. 5, p. e0301845, 2024, doi: 10.1371/journal.pone.0301845.
- [18] T. Gemechu *et al.*, “Establishing reference intervals for common hematology test parameters from apparently healthy geriatrics in Asella town, Southeast Ethiopia: a community-based cross-sectional study,” *Frontiers in Medicine*, 2024.
- [19] Sysmex, *Automated Hematology Analyzer XP Series XP-100 Instructions For Use*. Sysmex Corporate, 2017.