

Tinjauan Literatur: Indikator Biokimia untuk Identifikasi Anemia Defisiensi Zat Besi di Indonesia

Literature Review: Biochemistry Indicator for Identification Iron Deficiency Anemia in Indonesia

Siti Helmyati¹, Fina Cahya Hasanah^{2*}, Febriani Putri², Tonny Sundjaya^{3,4}, Charisma Dilantika⁴

¹Departemen Gizi Kesehatan, Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat, dan Keperawatan, Universitas Gadjah Mada, Indonesia

²Pusat Kesehatan dan Gizi Manusia, Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat, dan Keperawatan, Universitas Gadjah Mada, Indonesia

³Department of Epidemiology, Faculty of Public Health, Universitas Indonesia, Jakarta, Indonesia

⁴Danone Specialized Nutrition, Indonesia

INFO ARTIKEL

Received: 21-12-2023

Accepted: 26-01-2024

Published online: 15-02-2024

***Koresponden:**

Fina Cahya Hasanah

finacahya99@gmail.com

 **DOI:**

10.20473/amnt.v7i3SP.2023.62-70

Tersedia secara online:

<https://e-journal.unair.ac.id/AMNT>

Kata Kunci:

Anemia, Defisiensi Zat Besi, Prevalensi, Remaja, Indonesia

ABSTRAK

Latar Belakang: Menurut World Health Organization (WHO) remaja memiliki potensi mengalami anemia. Skrining merupakan langkah awal untuk mengetahui seseorang mengalami Iron Deficiency Anemia (IDA). Selain itu, dalam kerangka WHO untuk mempercepat penurunan angka anemia di dunia terdapat hasil yang ingin dicapai salah satunya yaitu dengan meningkatkan skrining anemia.

Tujuan: Mengetahui gambaran metode skrining melalui indikator biokimia untuk identifikasi status IDA di Indonesia.

Metode: Penelusuran literatur dilakukan pada database PubMed, Scopus, ScienceDirect, dan Garuda yang dipublikasi pada 2013-2023 sesuai panduan PRISMA. Artikel dikaji dari jurnal terindeks Scopus Q1-Q4 atau Sinta 1-Sinta 3 dengan desain penelitian eksperimental atau observasional di Indonesia.

Ulasan: Skrining anemia dilakukan untuk mengetahui status IDA, diukur menggunakan parameter: Hemoglobin (Hb), Mean Corpusal Volume (MCV), Mean Corpusal Hemoglobin (MCH), Mean Corpusal Hemoglobin Concentration (MCHC). Hb indikator untuk menentukan IDA pada populasi dengan prevalensi tinggi. MCV dihitung dengan membagi hematokrit dengan jumlah sel darah merah. MCH mengacu pada kandungan hemoglobin absolut rata-rata sel darah merah. MCHC mengacu pada konsentrasi hemoglobin dalam sel darah merah. Indikator serum ferritin (SF) sangat reliabel dan sensitif untuk menilai simpanan zat besi dan penilaian klinis di lapangan. Serum transferrin reseptor (STfR) lebih stabil dibandingkan serum transferrin (ST) dan SF dapat membedakan IDA yang diakibatkan oleh anemia atau penyakit kronis.

Kesimpulan: Menggabungkan hemoglobin dan SF akan meningkatkan sensitivitas dan spesififikasi karena hemoglobin indikator utama dalam menunjukkan tingkat keparahan IDA. IDA dapat dideteksi dengan indikator STfR. Penggunaan indikator STfR dan SF merupakan indikator biokimia terbaik.

PENDAHULUAN

Salah satu masalah kesehatan yang ada di masyarakat dan cukup banyak terjadi di negara berkembang khususnya Indonesia, yaitu anemia. Menurut World Health Organization (WHO) tahun 2014, tiap tingkat usia memiliki potensial mengalami anemia, termasuk remaja usia 10-19 tahun. Pada usia ini akan terjadi peningkatan pertumbuhan yang pesat serta

peningkatan kebutuhan gizi untuk perkembangan seperti psikologi atau sosial, yang akan menentukan masa depan dari generasi muda¹. Selain itu, pada remaja perempuan tidak hanya berdampak pada kualitas hidup seperti produktivitas, tetapi secara tidak langsung akan berdampak pada penentuan status gizi anak di masa yang akan datang².

Kondisi di mana kadar sel darah merah atau hemoglobin mengalami penurunan disebut sebagai anemia. Sekitar 50% persen penyebab anemia disebabkan oleh defisiensi zat besi yang ada di dalam tubuh³. Anemia memiliki gejala klinis seperti kelelahan, pusing, sesak nafas, jantung berdebar, dan warna konjungtiva dan telapak tangan yang pucat. Pada penentuan anemia yang dilakukan di pusat kesehatan dengan menilai nilai Hemoglobin⁴. Kondisi anemia di dalam tubuh terjadi jika eritrosit hemoglobin (Hb), hematokrit (Hct), dan kadar sel darah merah per unit volume sangat rendah jika dibandingkan dengan parameter darah pada referensi. Menurut definisi dari WHO, anemia dapat diidentifikasi dengan kriteria berikut: kadar Hemoglobin kurang dari 13 g/dL untuk laki-laki usia >15 tahun, kurang dari 12 g/dL untuk perempuan usia > 15 tahun dan tidak hamil, serta kurang dari 11 g/dL untuk wanita hamil⁵. Sedangkan untuk anemia defisiensi besi selain menggunakan Hb perlu disertakan penilaian ferritin dan/atau nilai saturasi transferrin. Menurut WHO memiliki kriteria yaitu Hb <11,5 g/dL (pada usia 6-11 tahun); Hb <12 g/dL (pada remaja perempuan usia 12-15 tahun dan 15-18 tahun ketika tidak hamil); Hb <13 g/dL (pada remaja laki-laki usia 15-18 tahun); dan saturasi transferrin <15% dan/atau ferritin <15 mg/L⁶.

Penyebab utama anemia seringkali disebabkan oleh kekurangan zat besi, yang dikenal sebagai anemia defisiensi zat besi. Hal ini terjadi ketika tubuh tidak memiliki cukup zat besi untuk membentuk sel darah merah baru². Indikator anemia defisiensi zat besi melibatkan gambaran eritrosit hipokromikrositer, penurunan kadar serum besi, transferrin, dan peningkatan total iron binding capacity (TIBC). Pada remaja, anemia defisiensi zat besi dapat menimbulkan masalah seperti gangguan pertumbuhan dan perkembangan fisik dan mental, yang berdampak pada penurunan kebugaran, kemampuan bekerja, dan performa di sekolah⁷⁻⁹. Faktor-faktor seperti peningkatan massa tubuh, volume darah, dan massa sel darah merah selama pertumbuhan di masa remaja dapat mengurangi simpanan zat besi dan meningkatkan risiko terjadinya kekurangan zat besi. Prevalensi anemia defisiensi zat besi ini lebih tinggi terjadi pada remaja wanita karena mengalami kehilangan darah ketika menstruasi¹⁰. Pada anak dan remaja dengan tingkat sosial ekonomi rendah juga lebih rentan terhadap anemia defisiensi zat besi karena asupan zat besi yang kurang dan makanan dengan bioavailabilitas zat besi yang rendah¹¹.

Melakukan deteksi dini atau skrining menggunakan indikator biokimia menjadi penting untuk

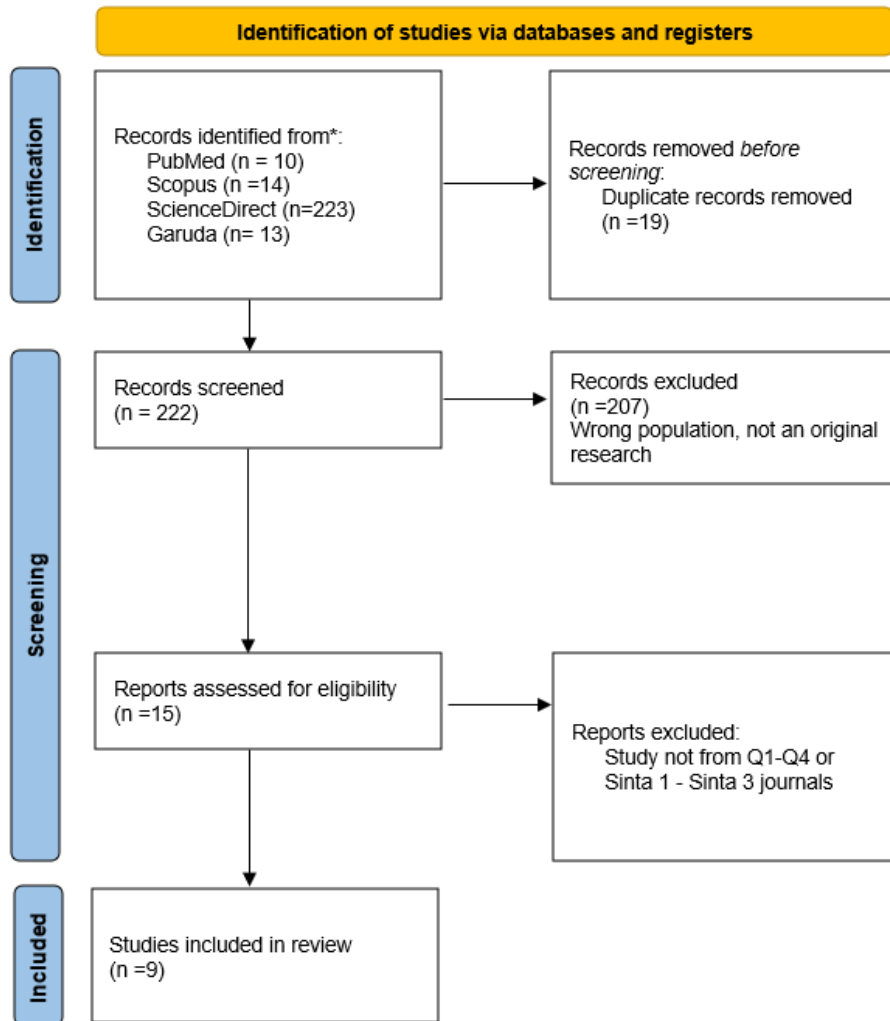
dapat mengetahui lebih awal seseorang mengalami anemia defisiensi besi¹². Skrining sendiri memiliki peran penting untuk mengetahui prevalensi anemia pada populasi sehingga pemberian intervensi seperti pemberian tablet tambah darah dapat diprioritaskan untuk individu mengalami kondisi anemia. Selain itu, dalam kerangka WHO untuk mempercepat penurunan angka anemia di dunia terdapat hasil yang ingin dicapai salah satunya yaitu dengan meningkatkan skrining anemia¹³. Oleh karena itu, tujuan dari literatur ini yaitu untuk mengetahui gambaran skrining melalui indikator biokimia yang digunakan untuk identifikasi Anemia Defisiensi Besi di Indonesia.

METODE

Penelitian ini merupakan penelusuran dan pengkajian literatur dengan metode naratif. Pencarian literatur dilakukan sesuai dengan *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis (PRISMA)* menggunakan *database* internasional yaitu *PubMed*, *Scopus*, *ScienceDirect*, dan *database* nasional yaitu *Garuda*. Pencarian literatur ini dilakukan pada November 2023 dengan artikel yang dipublikasikan dalam rentang 10 tahun terakhir, yaitu tahun 2013-2023. Kata kunci pencarian yang digunakan yaitu "Anemia AND Iron Deficiency AND prevalence AND adolescent AND Indonesia" pada *database* internasional atau Anemia AND defisiensi besi AND prevalensi AND remaja AND Indonesia pada *database* nasional. Artikel hasil pencarian kemudian dimasukkan dalam penelitian dan dikaji, apabila memenuhi kriteria inklusi berupa merupakan *original article*, memiliki desain penelitian eksperimental atau observasional, dilakukan dengan populasi masyarakat Indonesia, tersedia dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris, sesuai dengan tujuan penelitian, dan merupakan artikel dari jurnal yang terindeks *Scopus Q1-Q4* atau terindeks *Sinta 1-Sinta 3* sebagaimana disajikan pada Gambar 1.

DISKUSI

Terdapat 9 artikel mengenai indikator biokimia untuk identifikasi anemia defisiensi zat besi di Indonesia yang diperoleh dari hasil penelusuran seperti yang tercantum di Tabel 1. Artikel yang diperoleh menggunakan indikator biokimia seperti Hb, Hct, MCV, MCH, MCHC, Ret-He, ferritin, serum zat besi, dan TIBC dalam mengidentifikasi anemia defisiensi zat besi di beberapa daerah di Indonesia seperti Jakarta^{1,14,15}, Jawa Barat^{3,11,16}, Papua Barat¹⁷, Sumatera Barat¹⁸, dan Madura¹⁹.



Gambar 1. Bagan alir pencarian artikel berdasarkan *PRISMA flowchart*

Tabel 1. Karakteristik umum penelitian

No	Judul artikel/penulis	Desain penelitian	Usia subjek	Jumlah Subjek	Lokasi penelitian	Indikator Biokimia	Hasil Penelitian
1	Prevalence of anemia and iron profile among children and adolescent with low socio-economic status	Cross-sectional	6-18 tahun	242	Jakarta	Hb, Hct, MCV, MCH, MCHC, Ret-He, ferritin, serum zat besi, dan total iron-binding capacity (TIBC).	<ul style="list-style-type: none"> • Keseluruhan prevalensi anemia adalah 14%. • Prevalensi dari anemia defisiensi zat besi, defisiensi zat besi tanpa anemia dan deplesi zat besi adalah 5.8%, 18.4%, dan 4.3%. • Seluruh hal tersebut lebih tinggi terjadi pada perempuan.
2	Plant-based diet an iron deficiency anemia in sundanese adolescent girls at islamic boarding schools in Indonesia	Quantitative with analytical design and a cross-sectional/	10-19 tahun	176	Tasikmalaya, Jawa Barat	Hb, MCV, MCH, MCHC	<ul style="list-style-type: none"> • Prevalensi anemia defisiensi zat besi pada studi ini sebesar 22,2%. • Asupan zat besi lebih rendah dari rekomendasi yaitu hanya sebesar 6,59 mg/hari. • Terdapat korelasi antara zat besi heme dengan Hb dan Hct. Zat besi dari daging, ikan, dan unggas berkorelasi dengan Hb dan Hct.
3	Iron deficiency anemia and associated factors among adolescent girls and women in a rural area of Jatinangor, Indonesia	cross-sectional	10-35 tahun	95 remaja putri dan 85 wanita dewasa	Jatinangor, Jawa Barat	Hb dan MCV	<ul style="list-style-type: none"> • Prevalensi anemia defisiensi zat besi diantara remaja putri adalah 21,1% dan 9,4% diantara wanita dewasa. • Rata-rata Hb pada remaja 10,75 g/dL dan pada dewasa 11,3 g/dL, sedangkan MCV pada remaja adalah 74.49±8.22 fL dan pada dewasa s 7.61±8.62 fL • Asupan protein memiliki hubungan yang positif dengan anemia
4	Probiotics Lactobacillus reuteri DSM 17938 and Lactobacillus casei CRL 431 Modestly Increase Growth, but Not Iron and Zinc Status, among Indonesian Children Aged 1–6 Years	RCT	1-6 tahun	494	Jakarta	Hb, Hct, RDW, MCV, MCHC, hs-CRP, AGP, sTfR, dan zink	<ul style="list-style-type: none"> • Dibandingkan dengan kelompok kontrol, kelompok reuteri memiliki peningkatan berat badan, perubahan Z-score BB/U, dan penambahan berat badan dan tinggi badan bulanan yang pesat. • Casei meningkatkan penambahan berat badan bulanan • Perubahan <i>underweight</i>, stunting, prevalensi anemia, dan status zat besi dan zink hampir sama antar grup.
5	Pengaruh pemberian dimsum ayam kombinasi tepung daun kelor	Quasi eksperimen, pre dan post-test dengan kelompok kontrol	Remaja perempuan n di SMP	60	Sijunjung, Sumatera Barat	Hb	<ul style="list-style-type: none"> • Rata-rata kadar Hb pre 13,93 dan post 14,37 • Terdapat pengaruh pemberian intervensi terhadap Hb remaja putri

6	Iron status, prevalence and risk factors of iron deficiency anemia among 12 to 15 year old adolescent girls from different socioeconomic status in Indonesia	cross-sectional	12-15 tahun	163	Jakarta pusat	serum zat besi, feritin, TIBC, transferin	<ul style="list-style-type: none"> • Status zat besi normal pada 69,3% dari 163 subjek. • Prevalensi defisiensi zat besi lebih tinggi 17,2%; deplesi zat besi 3,1% dan defisiensi besi 14,1%) dibandingkan dengan IDA (13,5%). • Prevalensi IDA lebih rendah pada anak perempuan yang memiliki status ekonomi tinggi dibandingkan anak perempuan yang memiliki sttaus ekonomi rendah (11,5% dan masing-masing 15,8%).
7	Cost-effectiveness of ferrous fumarate-folic acid and ferrous gluconate-multivitamins in a high prevalence area of iron deficiency anemia in Indonesia	Observasional prospektif	15-49 tahun	875	Papua Barat	Hb	<ul style="list-style-type: none"> • Sekitar 222 wanita dengan anemia defisiensi zat besi sedang • Terdapat perbedaan yang signifikan dari jumlah responden, usia, biaya zat besi oral, biaya kesehatan, dan skor utilitas antara kedua kelompok intervensi • Perbandingan penggunaan FG-MV dengan FF-FA, diperkirakan efektivitas biaya tambahan (ICERs) sebesar \$255,77 per pasien; \$142,94 untuk pasien dengan kenaikan Hb >2.00 g/dL; \$79,93 untuk satu pasien dengan kenaikan Hb >1.00g/dL; dan \$11,59/QALY.
8	Iron profile in adolescent scavengers living in slum areas	cross-sectional	10-18 tahun	96	Bekasi, Jawa Barat	Hb, feritin, transferin	<ul style="list-style-type: none"> • Prevalensi anemia 13,6%, dan setengah dari jumlah tersebut disebabkan oleh defisiensi zat besi. • Profil zat besi terdiri dari deplesi zat besi (2,1%), defisiensi zat besi (18,8%) dan anemia defisiensi zat besi (7,3%). • Hb, feritin, saturasi transferin lebih rendah signifikan pada perempuan.
9	Dietary diversity and poverty as risk factors for leprosy in Indonesia: A case-control study	case-control	18-65	300	Bangkalan, Madura	Serum zat besi, TIBC, ferritin, transferin	<ul style="list-style-type: none"> • Pendapatan yang tidak tetap, anemia, dan tingginya kerentanan pangan rumah tangga memiliki hubungan yang signifikan dengan peningkatan risiko kusta. • Tingginya pengetahuan dan kepemilikan tanah memiliki hubungan proteksi melawan kusta. • Kurangnya keberagaman pangan dan ketersediaan pangan, rendahnya serum zat besi, dan tingginya ferritin banyak ditemukan pada penderita kusta, kejadian kusta tidak berhubungan signifikan dengan defisiensi zat besi.

World Health Organization (WHO) menargetkan untuk mengurangi separuh prevalensi anemia pada wanita usia reproduksi pada tahun 2025 karena anemia masih merupakan masalah kesehatan yang serius. Salah satunya adalah dengan melakukan skrining pada wanita usia reproduksi untuk mengoptimalkan sintesis hemoglobin, mencegah kerusakan sel darah merah yang berlebihan, dan mengurangi kehilangan darah¹³. Beberapa penelitian telah mengevaluasi dampak klinis dari skrining IDA (*Iron Deficiency Anemia*). Andriastuti *et al* pada tahun 2020 dalam penelitiannya menyatakan anemia defisiensi besi yang ditemukan dalam penelitian ini merupakan masalah kesehatan masyarakat yang ringan berdasarkan klasifikasi dari WHO. Anemia dibagi menjadi anemia sedang pada remaja dan anemia ringan pada orang dewasa berdasarkan kadar hemoglobinnya. Pada penelitian ini skrining anemia menggunakan pemeriksaan darah lengkap dengan retikulosit Hb, Ferritin, saturasi transferin, dan *c-reactive* protein untuk mengukur status zat besi. Perbedaan hemoglobin rata-rata antara orang dewasa dan remaja terletak pada tingkat pendidikan yang cukup dan kebutuhan zat besi yang lebih tinggi selama masa pertumbuhan remaja. MCH (*Mean Corpusal hemoglobin*) ini mengacu pada kandungan hemoglobin absolut dari rata-rata sel darah merah yang biasanya diukur dalam pikogram dan diperoleh dari rasio hemoglobin terhadap jumlah sel darah merah. Kadar MCH yang rendah menunjukkan anemia defisiensi besi. Studi menemukan bahwa penyebab tertinggi dari anemia adalah anemia defisiensi besi (sekitar 60% dari keseluruhan penyebab), sedangkan penyebab lainnya anemia antara lain thalassemia sifat (5,40%), malaria (4,17%), maag dan duodenitis (3,27%), dan penyakit tropis terabaikan lainnya (3,09%)¹⁴.

Rahfiludin *et al* pada tahun 2021 dalam penelitiannya menyatakan, prevalensi anemia secara keseluruhan sedikit lebih tinggi dari laporan nasional, yaitu 32,0% pada dewasa muda berusia 15-24 tahun dan 26,8% pada anak usia 5-14 tahun. Berdasarkan pedoman WHO, dinyatakan bahwa prevalensi anemia antara 20,0% dan 39,9% termasuk dalam klasifikasi sedang, anemia memang merupakan masalah kesehatan masyarakat bagi remaja putri di daerah tersebut. Proporsi subjek dengan IDA adalah 22,2% dari semua subjek anemia. Skrining anemia pada penelitian ini menggunakan sampel darah vena (3 ml). Sampel dianalisis dengan *Sysmex-XNL hematology analyzer*¹¹. Status IDA diukur menggunakan parameter yaitu: Hb, MCV, MCH, MCHC. Penurunan MCV terjadi karena defisiensi besi yang sangat parah dihitung dengan membagi hematokrit dengan jumlah sel darah merah. MCH (*Mean Corpusal Hemoglobin*) ini mengacu pada kandungan hemoglobin absolut dari rata-rata sel darah merah yang biasanya diukur dalam pikogram dan diperoleh dari rasio hemoglobin terhadap jumlah sel darah merah. MCHC (*Mean Corpusal Hemoglobin Concentration*) ini mengacu pada konsentrasi hemoglobin dalam sel darah merah, namun setelah beberapa bulan pertama MCHC tidak terlalu dipengaruhi oleh usia dibanding indikator lain dan indikator MCHC yang terakhir turun selama defisiensi zat besi²⁰.

Sari Puspa *et al* pada penelitiannya melaporkan prevalensi IDA menggambarkan masalah kesehatan masyarakat yang ringan. Populasi pada penelitian

berbeda dalam parameter hematologi seperti hemoglobin, MCH, MCV, dan MCHC. Nilai MCV dan MCH dapat menunjukkan bahwa tubuh memiliki tingkat zat besi yang rendah. Menurut penelitian, MCV, MCH, dan MCHC responden rata-rata di bawah standar. Rendahnya kadar MCH dalam studi ini dapat menunjukkan anemia defisiensi besi. MCH mengukur jumlah hemoglobin per sel darah merah, dan MCV dinyatakan sebagai femtoliter (10-15; fL) atau mikron kubik (μm^3). Nilai normal MCV adalah 87 ± 7 fL. Nilai normal MCHC, yang menunjukkan jumlah hemoglobin per satuan volume, adalah 34 ± 2 g/dL, sementara MCH adalah 29 ± 2 pikogram (pg) per sel³. Dalam penelitian ini menemukan bahwa ada korelasi signifikan antara asupan protein dan anemia sebanyak 29,6% yang mana *p-value* 0,001 dengan Odd Ratio 0.25 (0.11-0.58). Menurut temuan penelitian ini, prevalensi IDA mungkin terkait dengan asupan protein yang cukup. Salah satu alasan yang mungkin adalah bahwa protein membantu dalam pembentukan hemoglobin. Salah satu sumber protein yaitu dari sayur-sayuran, penelitian Riset Kesehatan Dasar mendukung temuan ini, karena remaja Indonesia kurang mengonsumsi sayur-sayuran³.

Agustina *et al* pada tahun 2013 melakukan intervensi selama enam bulan, konsentrasi parameter zat besi seperti Hb, Hct, dan serum feritin menurun, dan sTFR meningkat pada semua kelompok, tetapi konsentrasi serum tetap konstan. Tidak ada perubahan pengobatan yang diamati pada parameter zat besi rata-rata dan prevalensi anemia, defisiensi besi, anemia defisiensi besi, atau status seng. Status zat besi yang menurun selama enam bulan, terlepas dari jenis intervensi, mungkin disebabkan oleh kurangnya homeostatis zat besi untuk mengkompensasi mobilisasi cepat zat besi dari penyimpanan yang diperlukan untuk pertumbuhan¹⁵.

Pada penelitian yang dilakukan Andriastuti *et al* pada tahun 2023 meningkatnya kebutuhan zat besi harian remaja putri akibat kehilangan darah selama menstruasi mungkin menjadi penyebab angka IDA yang lebih tinggi pada subjek perempuan dalam penelitian ini. Semua subjek IDA sedang dalam masa menstruasi saat penelitian. Peneliti melaporkan bahwa kehilangan darah menstruasi rata-rata 84 ml per periode dan Hb rata-rata 13,3 g/dl, memberikan perkiraan bahwa 0,56 mg zat besi tambahan diperlukan setiap hari¹⁴. Kebutuhan zat besi secara keseluruhan meningkat pada remaja putri dari sekitar 0,7-0,9 mg per hari menjadi 1,40-3,27 mg per hari. Parameter status besi dalam penelitian menunjukkan penurunan feritin, defisiensi zat besi, dan IDA di bawah kisaran normal. Konsentrasi feritin dapat meningkat selama infeksi akut, yang merupakan sinyal yang baik untuk status zat besi. Oleh karena itu, untuk merasionalisasi tingkat feritin, CRP ditambahkan. Menggabungkan pengukuran status zat besi lainnya dengan feritin dapat lebih akurat dalam mengidentifikasi kekurangan zat besi. Sementara CHr rata-rata adalah 27 pada subjek defisiensi besi, IDA turun menjadi 22,7 pg. CHr baru-baru ini dikenal sebagai parameter skrining alternatif yang baik untuk IDA dan defisiensi besi¹⁶.

Sumarlan *et al* tahun 2018 menemukan bahwa depleksi zat besi dan defisiensi besi lebih umum daripada

IDA. Jika masalah ini tidak ditangani segera, individu yang mengalami kondisi ini akan dengan mudah terkena IDA. Namun, tidak ada hubungan antara IDA dan faktor risikonya, dan asupan zat besi yang tersedia secara hayati pada individu ini mungkin merupakan faktor risiko yang lebih perlu diperhatikan¹. Skrining yang digunakan ialah Perhitungan darah lengkap Fe, Ferritin, TIBC, TS yang man status zat besi dikatakan normal jika serum ferritin, TS, dan MCV pada batas normal.

Dalam penelitian Yasinta *et al* tahun 2021 menemukan status zat besi, pola menstruasi, SES, dan asupan zat besi sebagai faktor risiko IDA. Kelompok SES rendah memiliki kemungkinan lebih besar untuk mengalami masalah seperti kehilangan darah yang lebih besar, periode menstruasi yang lebih sering (lebih dari sekali sebulan), dan periode menstruasi yang lebih lama. Meskipun tidak ada korelasi yang signifikan antara SES rendah dan kekurangan zat besi, temuan ini mungkin menjelaskan mengapa kekurangan zat besi lebih umum terjadi pada kelompok SES rendah¹⁷. Nilai Hb diukur menggunakan HemoCue portabel analisis. Klasifikasi anemia berdasarkan nilai Hb yaitu anemia defisiensi besi ringan jika 10-10,9 g/dL(hamil) dan 11-11,9 g/dL (tidak hamil), sedang apabila 7-9,9 g/dL(hamil) dan 8-10,9 g/dL (tidak hamil) dan berat <7 g/dL (hamil) dan <8 g/dL (tidak hamil).

Oktavianis *et al* tahun 2022 melakukan penelitian dengan pemberian dimsum ayam kombinasi tepung daun kelor untuk melihat kadar hemoglobin pada remaja putri. Dilakukan pemeriksaan nilai Hb sebelum dan setelah intervensi selama ± 1 bulan. Pengumpulan data primer menggunakan *Easy Touch GChb* dan lembar observasi. Setelah pemberian intervensi nilai Hb mengalami peningkatan dari nilai minimum 11,0 gr/dL menjadi 11,5 gr/dL yang menunjukkan terdapat pengaruh pemberian dimsum ayam kombinasi tepung daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap kadar hemoglobin remaja putri. Mengonsumsi makanan yang mengandung zat besi dapat mencegah anemia. Mengatasi anemia juga membutuhkan protein. Dalam sel darah merah, protein berfungsi sebagai pengangkut karbondioksida dan oksigen dan merupakan bagian penting dari pembentukan sel darah merah. Daun kelor adalah salah satu makanan yang sangat bergizi dan sumber zat besi dan protein. Untuk itu pembuatan dimsum ayam kombinasi daun kelor sebagai salah satu upaya untuk menambahkan zat besi di dalam tubuh¹⁸

Oktaria *et al* dalam penelitiannya pada tahun 2018 berpendapat bahwa tidak banyak penelitian sistematis yang melihat seberapa banyak aspek kemiskinan berhubungan dengan gizi dan kusta, meskipun terdapat anggapan bahwa kekurangan nutrisi dapat mengganggu respons imun tubuh terhadap *Mycobacterium leprae*. Dengan mewawancarai pasien yang baru terdiagnosis kusta dan mengukur profil anemia dan zat besi mereka, bertujuan untuk menyelidiki hubungan antara keduanya di daerah pedesaan miskin di Indonesia yang memiliki proporsi kasus multibasiler tertinggi. Mereka menemukan bahwa individu yang berisiko tinggi tertular kusta memiliki pendidikan yang lebih rendah dibandingkan dengan populasi kontrol, menderita anemia, dan tidak memiliki staf yang memadai untuk menyediakan berbagai jenis makanan. pada

penelitiannya mereka mengukur anemia berdasarkan nilai Hb, serta profil zat besi diukur menggunakan serum zat besi, TIBC, ferritin, saturasi transferin. Defisiensi besi diukur dari TIBC yang tinggi atau ferritin yang rendah. Oktaria *et al* tidak menemukan korelasi yang signifikan antara kekurangan zat besi dan kusta, meskipun penderita kusta sering mengalami zat besi serum rendah dan kadar ferritin yang tinggi¹⁹.

Skrining yang paling banyak digunakan untuk anemia meliputi tes klinis dengan metode *cyanmethaemoglobin* dan menggunakan *HemoCue*, metode lain yang digunakan negara berkembang meliputi metode kertas saring (termasuk skor warna WHO), metode tembaga sulfat dan metode sahli¹². Selain menggunakan sumber daya laboratorium konvensional, diagnosis anemia juga dapat dilakukan dengan menilai hemoglobin (Hb) dengan perangkat pengujian di tempat perawatan (POCT), seperti sistem pengujian *HemoCue*. Dalam beberapa situasi, seperti di beberapa bidang layanan kesehatan di mana prosesnya sangat cepat, perangkat ini dapat menggantikan pengujian laboratorium konvensional. Namun, penggunaan perangkat ini harus memenuhi beberapa standar dasar. Ini termasuk masalah peraturan, ekonomi, dan klinis; pelatihan yang tepat bagi pengguna tentang persyaratan pengujian, kinerja, batasan, dan kemungkinan gangguan; pengambilan sampel vena dan arteri sesering mungkin; dan penilaian kualitas yang ketat, yang harus dilakukan oleh profesional laboratorium²¹.

Untuk memastikan pengukuran Hb yang akurat, baik metode pengukuran Hb yang tepat dan berkualitas tinggi digunakan di laboratorium klinis maupun di lapangan. Di Lapangan mencakup area yang berada di luar lingkungan yang terkendali. Ketika menilai Hb di laboratorium klinis atau lapangan, beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan termasuk sumber sampel darah, biaya analisis, dan hasil reproduktifitas. Banyak faktor yang perlu dipertimbangkan ketika memilih pengukuran Hb di laboratorium klinis atau lapangan termasuk kebutuhan kendali mutu (QC), kekurangan sumber daya di lingkungan, dan standar pelatihan yang tidak sesuai. Risiko dampak negatif Pengukuran Hb dapat dikurangi dengan mempertimbangkan berbagai faktor ini²².

Pengukuran nilai Hb biasanya dilakukan secara invasif, yaitu dengan mengambil sampel darah. Intensitas warna sampel darah diukur melalui metode sahli, yang dilakukan secara manual, atau metode *Sianmethemoglobin*, yang dilakukan melalui *spektrofotometer*. Namun, metode ini tidak efisien dan menyebabkan rasa sakit pada pasien karena pengambilan sampel darah memerlukan melukai salah satu jari pasien. Selain itu, prosesnya lebih lama karena hasil pengukuran Hb dicatat, dikumpulkan, dan direkapitulasi di komputer²³. Banyak metode skrining non-invasif yang dikembangkan di berbagai negara salah satunya yang diuji oleh Robert G *et al.* tahun 2018 dapat berfungsi dengan menggunakan gambar kuku dari ponsel cerdas dan tanpa langkah kalibrasi yang dipersonalisasi, kadar Hb ponsel cerdas diukur hingga $\pm 2,4$ g dL⁻¹ dengan bias 0,2 g dL⁻¹ pada 100 pasien dengan berbagai diagnosis anemia dicampur dengan subjek sehat. Metode non-invasif ini menunjukkan tingkat akurasi yang lebih tinggi

daripada metode POC invasif yang ada untuk skrining anemia. Selain itu, pengoperasian analisis karakteristik penerima menunjukkan bahwa tes ini menunjukkan kinerja diagnostik yang kuat dengan luas di bawah kurva 0,88, yang menunjukkan keakuratan teknologi di seluruh rentang kadar Hb yang diuji²⁴.

Pada penelitian lain yang dilakukan oleh Young *et al* tahun 2021 Aplikasi pengukuran Hb mengambil semua gambar menggunakan pengaturan kamera *default* yang ada di kamera asli aplikasi di Android dan iOS. Disimpan catatan tentang cat kuku atau perubahan warna, dan jika cat kuku ditemukan pada kuku subjek, peneliti diminta untuk menghapusnya dengan aseton dan kapas sebelum penilaian non-invasif. Sebelum pencitraan, studi peserta dengan nomor identifikasi dimasukkan ke dalam aplikasi, dan sumber cahaya yang konsisten digunakan untuk menormalkan variabilitas pencahayaan latar belakang. Semua gambar diambil di dalam ruangan jauh dari jendela dengan lampu kilat kamera untuk mengurangi variabilitas pencahayaan latar belakang yang dapat memengaruhi Hb. Aplikasi *smartphone* ini biasanya menggunakan sifat dasar kuku yang tidak berpigmen untuk mengukur Hb dengan mengkorelasikan warna kuku dan parameter pencitraan tertentu dengan kadar hemoglobin darah²⁵.

Skrining anemia memiliki beberapa tantangan dalam praktiknya, termasuk kurangnya dana untuk tes medis, kurangnya tenaga dan sumber daya medis di daerah terpencil, dan keengganan klien untuk diperiksa. Beberapa metode skrining anemia telah dikembangkan di berbagai negara salah satunya Indonesia dengan harga yang terjangkau, kesederhanaan penggunaan, dan sifat non-invasif dibandingkan dengan pendekatan invasif yang biasa digunakan²⁶. Bias pengukuran bertanggung jawab atas tingginya prevalensi anemia. Alat penilaian yang dapat diandalkan untuk mengukur dan menafsirkan konsentrasi Hb, serta faktor penyebab anemia dalam komunitas dan pengaturan klinis diperlukan untuk mencapai tujuan global untuk mengurangi anemia dan mengevaluasi efektivitas intervensi²⁷.

Hemoglobin adalah indikator kuantitatif yang paling mudah dan sederhana untuk menentukan defisiensi zat besi dengan tingkat paling parah. Metode ini berguna untuk mengukur populasi dengan prevalensi tinggi. Sifat tidak spesifik Hb sebagai biomarker dapat terjadi karena kekurangan vitamin B12 atau asam folat, gangguan genetik, atau penyakit kronis lainnya. Karena itu, pengukurannya harus dikombinasikan dengan indikator lain untuk menjadi lebih spesifik. Transferin serum, juga dikenal sebagai serum transferin atau ST, adalah protein transpor untuk zat besi yang biasanya diukur bersamaan dengan zat besi serum. Metode pengukuran serum ferritin atau SF sangat sensitif dan dapat diandalkan untuk menilai simpanan zat besi pada orang sehat. Meskipun serum ferritin rendah menunjukkan defisit simpanan zat besi, hal ini tidak selalu menunjukkan tingkat keparahan defisiensi karena variasi yang tinggi dalam pengukuran. Oleh karena itu, metode ini sering digunakan untuk penilaian klinis dan survei di lapangan. Menggabungkan hemoglobin dan serum ferritin akan meningkatkan sensitivitas dan nilai spesifikasi. Tidak ada kekurangan zat besi jika kedua indikator ini menunjukkan nilai normal. *Iron deficiency Anemia* (IDA)

dan kekurangan zat besi dalam tubuh dapat dideteksi dengan indikator Transferrin receptor (STFR). Penggunaan indikator Stfr dan Serum Ferritin mewakili 85% zat besi dalam tubuh dan untuk pengukuran zat besi merupakan indikator terbaik²⁸

KESIMPULAN

Menggabungkan Hemoglobin dan serum ferritin akan meningkatkan sensitivitas dan spesifikasi karena hemoglobin menjadi indikator utama untuk menunjukkan tingkat keparahan kekurangan zat besi. Tidak ada kekurangan zat besi jika kedua indikator ini menunjukkan nilai normal, karena serum ferritin menunjukkan simpanan zat besi dan transferin reseptor menunjukkan zat besi pada jaringan. *Iron deficiency Anemia* (IDA) dan kekurangan zat besi dalam tubuh dapat dideteksi dengan indikator serum transferrin receptor. Penggunaan indikator transferrin reseptor dan serum ferritin mewakili 85% zat besi dalam tubuh dan untuk pengukuran zat besi merupakan indikator biokimia terbaik. Indikator yang digunakan mempengaruhi hasil akhir dari kadar hemoglobin, sehingga alat yang digunakan haruslah sesuai dan memenuhi persyaratan agar tidak terjadi bias dalam pengukuran. Bias pengukuran bertanggung jawab atas prevalensi anemia yang tinggi. Untuk mencapai tujuan global mengurangi anemia dan mengevaluasi efektivitas intervensi, diperlukan alat penilaian yang dapat diandalkan untuk mengukur dan menafsirkan konsentrasi Hb serta faktor penyebab anemia dalam pengaturan klinis dan komunitas serta evaluasi lanjutan.

ACKNOWLEDGEMENT

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dan membantu sehingga jurnal ini dapat terpublikasi dengan baik.

KONFLIK KEPENTINGAN DAN SUMBER PENDANAAN

Semua penulis tidak memiliki konflik kepentingan dalam penulisan artikel ini. Publikasi penelitian ini didanai oleh Danone *Specialized Nutrition*, Indonesia

REFERENSI

1. Sumarlan, E. S., Windiastuti, E. & Gunardi, H. Iron status, prevalence and risk factors of iron deficiency anemia among 12-to 15-year-old adolescent girls from different socioeconomic status in Indonesia. *Makara Journal of Health Research* 46–52 (2018).
2. World Health Organization. *Global nutrition targets 2025: anaemia policy brief*. (2014).
3. Sari, P., Judistiani, R. T. D., Herawati, D. M. D., Dhamayanti, M. & Hilmanto, D. Iron Deficiency Anemia and Associated Factors Among Adolescent Girls and Women in a Rural Area of Jatiningor, Indonesia. *Int J Womens Health* 1137–1147 (2022).
4. Garcia-Casal, M. N., Dary, O., Jefferds, M. E. & Pasricha, S. Diagnosing anemia: Challenges selecting methods, addressing underlying causes,

5. and implementing actions at the public health level. *Ann N Y Acad Sci* **1524**, 37–50 (2023).
6. World Health Organization. *Serum ferritin concentrations for the assessment of iron status and iron deficiency in populations*. (2011).
7. World Health Organization. *WHO guideline on use of ferritin concentrations to assess iron status in populations*. (World Health Organization, 2020).
8. Gebreyesus, S. H. *et al.* Anaemia among adolescent girls in three districts in Ethiopia. *BMC Public Health* **19**, 1–11 (2019).
8. Mengistu, G., Azage, M. & Gutema, H. Iron deficiency anemia among in-school adolescent girls in rural area of Bahir Dar City Administration, North West Ethiopia. *Anemia* **2019**, (2019).
9. Khani Jeihooni, A., Hoshyar, S., Afzali Harsini, P. & Rakhshani, T. The effect of nutrition education based on PRECEDE model on iron deficiency anemia among female students. *BMC Womens Health* **21**, 256 (2021).
10. Tesfaye, M., Yemane, T., Adisu, W., Asres, Y. & Gedefaw, L. Anemia and iron deficiency among school adolescents: burden, severity, and determinant factors in southwest Ethiopia. *Adolesc Health Med Ther* 189–196 (2015).
11. Rahfiludin, M. Z. *et al.* Plant-based diet and iron deficiency anemia in Sundanese Adolescent Girls at Islamic boarding schools in Indonesia. *J Nutr Metab* **2021**, 1–7 (2021).
12. Pasricha, S.-R. Should we screen for iron deficiency anaemia? A review of the evidence and recent recommendations. *Pathology* **44**, 139–147 (2012).
13. World Health Organization. Accelerating anaemia reduction: a comprehensive framework for action. (2023).
14. Andriastuti, M., Ilmana, G., Nawangwulan, S. A. & Kosasih, K. A. Prevalence of anemia and iron profile among children and adolescent with low socio-economic status. *Int J Pediatr Adolesc Med* **7**, 88–92 (2020).
15. Agustina, R. *et al.* Probiotics *Lactobacillus reuteri* DSM 17938 and *Lactobacillus casei* CRL 431 modestly increase growth, but not iron and zinc status, among Indonesian children aged 1–6 years. *J Nutr* **143**, 1184–1193 (2013).
16. Andriastuti, M., Fathinasari, A. D., Salsabila, K. & Medyatama, M. F. Iron Profile in Adolescent Scavengers Living in Slum Areas. *Iran J Ped Hematol Oncol* (2023).
17. Rakanita, Y. *et al.* Cost-Effectiveness of Ferrous Fumarate–Folic Acid and Ferrous Gluconate–Multivitamins in a High Prevalence Area of Iron Deficiency Anemia in Indonesia. *Ther Clin Risk Manag* 1075–1081 (2021).
18. Oktavianis, O. & Gusfiana, H. PENGARUH PEMBERIAN DIMSUM AYAM KOMBINASI TEPUNG DAUN KELOR (MORINGA OLEIFERA) TERHADAP KADAR HAEMOGLOBIN REMAJA PUTRI. *Maternal Child Health Care* **5**, 820–830 (2023).
19. Oktaria, S. *et al.* Dietary diversity and poverty as risk factors for leprosy in Indonesia: A case-control study. *PLoS Negl Trop Dis* **12**, e0006317 (2018).
20. Gibson, R. S. *Nutritional Assessment*. (Oxford University Press, 1993).
21. Sanchis-Gomar, F., Cortell-Ballester, J., Pareja-Galeano, H., Banfi, G. & Lippi, G. Hemoglobin point-of-care testing: the HemoCue system. *J Lab Autom* **18**, 198–205 (2013).
22. Whitehead Jr, R. D., Mei, Z., Mapango, C. & Jefferds, M. E. D. Methods and analyzers for hemoglobin measurement in clinical laboratories and field settings. *Ann N Y Acad Sci* **1450**, 147–171 (2019).
23. Faatih, M. Penggunaan Alat Pengukur Hemoglobin di Puskesmas, Polindes dan Pustu. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pelayanan Kesehatan* 32–39 (2017).
24. Mannino, R. G. *et al.* Smartphone app for non-invasive detection of anemia using only patient-sourced photos. *Nat Commun* **9**, 4924 (2018).
25. Young, M. F. *et al.* Non-invasive hemoglobin measurement devices require refinement to match diagnostic performance with their high level of usability and acceptability. *PLoS One* **16**, e0254629 (2021).
26. Asare, J. W., Appiahene, P. & Donkoh, E. T. Detection of anaemia using medical images: A comparative study of machine learning algorithms—A systematic literature review. *Inform Med Unlocked* 101283 (2023).
27. Williams, A. M. *et al.* Improving anemia assessment in clinical and public health settings. *J Nutr* (2023).
28. Briawan, D. *Anemia: Masalah Gizi Pada Remaja Wanita*. (Buku Kedokteran EGC, 2018).