

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Stunting

1. Pengertian Stunting

Stunting adalah kondisi gagal tumbuh pada tubuh dan otak akibat kekurangan gizi dalam waktu yang lama sehingga anak lebih pendek dari anak normal seusianya dan memiliki keterlambatan dalam berfikir. Anak Balita dengan nilai z-scorenya kurang dari -2SD dan kurang dari -3SD atau dengan kata lain status gizi yang didasarkan pada parameter Panjang Badan menurut Umur (PB/U), atau Tinggi Badan menurut Umur (TB/U), dimana hasil pengukuran antropometro berdasarkan parameter tersebut dibandingkan dengan standar baku WHO untuk menentukan anak tergolong pendek ($<-2SD$) atau sangat pendek ($<-3SD$) (Kemenkes RI., 2016).

Gambar 2. 1 Anak stunting

(Detik health, 2018)



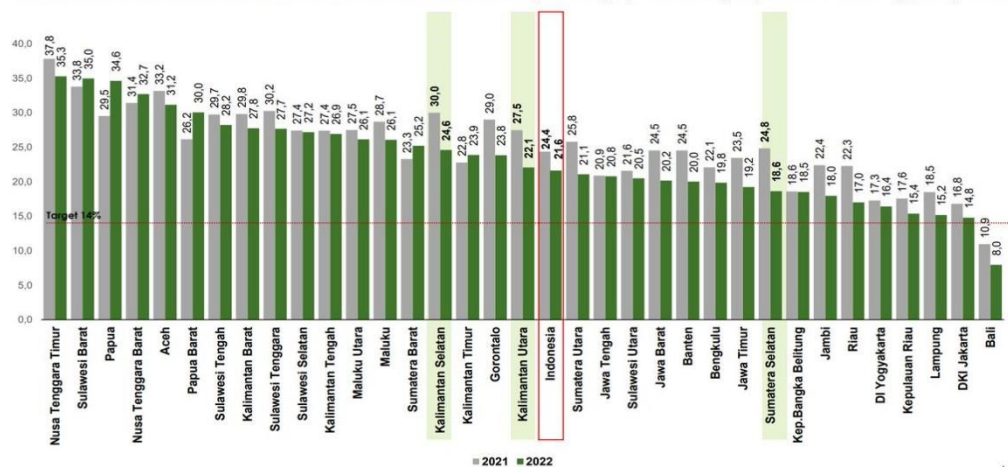
Stunting merupakan salah satu permasalahan gizi yang masih terjadi di Indonesia. Menurut WHO (World Health Organization), stunting merupakan suatu masalah gagal tumbuh kembang anak yang biasanya ditandai dengan tinggi badan anak lebih pendek dari usianya. Stunting merupakan akibat dari

kurangnya zat gizi pada masa emas atau pada 1.000 HPK (Hari Pertama Kelahiran) dan bersifat kronik. Stunting bukan saja berdampak pada fisik anak melainkan pada daya tahan tubuh anak dimana anak menjadi mudah sakit dan dapat terjadi gangguan pada otak dan kecerdasan sehingga stunting merupakan ancaman bagi generasi penerus bangsa (Ledo *et al.*, 2025).

Gambar 2. 2 Prevalensi Anak Stunting 2021 dan 2022

Angka stunting SSGI 2021 dan 2022 setiap provinsi

Kalimantan Selatan, Kalimantan Utara, dan Sumatera Selatan merupakan tiga provinsi dengan penurunan stunting paling besar



Berdasarkan Survei Status Gizi Indonesia (SSGI) [Kementerian](#)

[Kesehatan](#) prevalensi balita [stunting](#) di Indonesia mencapai 21,6% pada 2022.

Angka ini turun 2,8 poin dari tahun sebelumnya. Nusa Tenggara Timur (NTT) kembali menempati posisi teratas dengan angka balita *stunting* sebesar 35,3%.

Meski masih bertengger di posisi puncak, namun prevalensi balita *stunting* di NTT menurun dari 2021 yang sebesar 37,8% (Kemenkes RI., 2022).

2. Pengukuran Stunting

Antropometri adalah pengukuran dimensi tubuh, sedangkan antropometri gizi meliputi pengukuran berbagai bentuk dan komposisi tubuh berdasarkan usia serta tingkat nutrisi, yang bertujuan untuk mendeteksi kecukupan energi dan protein. Standar pengukuran ini mengacu pada rekomendasi dari National Center for Health Statistics (NCHS) dan WHO.

Standarisasi pengukuran ini membandingkan data anak dengan nilai median dan standar deviasi populasi referensi. Z-score, yang merupakan satuan standar deviasi, digunakan untuk menghitung perbedaan antara nilai individu dan nilai tengah (median) populasi rujukan dengan usia atau tinggi yang sama, dengan pembagiannya oleh standar deviasi populasi tersebut. Beberapa manfaat penggunaan z-score meliputi kemampuan untuk mengidentifikasi nilai yang akurat dalam distribusi perbedaan indeks dan usia, serta memungkinkan analisis statistik yang lebih baik dari data antropometri. Indikator antropometri seperti tinggi badan berdasarkan usia sangat penting untuk menilai kesehatan dan status gizi anak-anak di daerah dengan masalah gizi buruk. Klasifikasi gizi kurang atau stunting ditentukan menggunakan titik potong (cut-off point) berdasarkan z-score, dengan pengukuran pada anak balita melalui panjang badan menurut usia (PB/U) atau tinggi badan menurut usia (TB/U) (Poltekdenpasar., 2020).

$$Z\text{-score} = \frac{\text{nilai pengukuran anak} - \text{median standar WHO}}{\text{simpangan baku standar WHO}}$$

Jika nilai individu subyek > nilai median:

$$Z\text{-score} / \text{indeks} = \frac{\text{Nilai individu} - \text{Nilai Median}}{(+1SD) - \text{Media}}$$

Jika nilai individu subyek < nilai median:

$$Z\text{-score} / \text{indeks} = \frac{\text{Nilai individu} - \text{Nilai Median}}{\text{Median} - (-1SD)}$$

Keterangan :

TB = Tinggi badan anak (diubah ke usia bulan)

Median buku rujukan = disesuaikan dengan usia anak (diambil dari tabel standar antropometri berdasarkan WHO) dan dilihat berdasarkan jenis kelamin dari si Anak baik itu laki-laki maupun perempuan

Simpangan Baku Rujukan = didapatkan dari perhitungan median buku rujukan, jika hasilnya negative (-) maka diambil nilainya dari -1 SD median standar sedangkan jika hasilnya positive (+) maka diambil nilainya dari +1 SD median standar (Lusiana *et al.*, 2023).

Tabel 2. 1 Kategori Status Gizi berdasarkan Indeks Panjang Badan dan Tinggi Badan menurut Umur (Poltekdenpasar., 2020).

Indeks	Kategori status gizi	Ambang batas (z-score)
Panjang badan atau tinggi badan menurut umur (PB/U atau TB/U) anak usia 0 – 60 bulan	Sangat pendek	<-3 SD
	Pendek	<-3 SD s/d <-2 SD
	Normal	-2 SD s/d +3 SD
	Tinggi	>+3 SD

3. Ciri-ciri Anak Stunting

Stunting menjadi penting karena dampaknya yang serius terhadap kualitas anak bukan hanya pada ukuran tubuh yang pendek saja. Ukuran tubuh yang pendek pada usia dini terutama saat lahir menandakan telah terjadi hambatan pertumbuhan dan perkembangan pada organ tubuh lainnya termasuk otak, jantung, ginjal, otot, tulang dan organ tubuh lainnya (Agusanty *et al.*, 2023).

1. Anak memiliki tinggi badan yang pendek dibandingkan tinggi badan normal seusianya. Anak dikatakan pendek apabila panjang badan atau tinggi badan anak berdasarkan usianya mempunyai nilai Z-Score kurang dari -2 dari standar deviasi.

2. Anak cenderung memiliki performa kurang baik pada fokus perhatian dan memori belajar serta memiliki penurunan dalam kemampuan kognitif dan prestasi belajar di sekolah
3. Anak mudah mengalami sakit terutama penyakit infeksi karena anak penderita stunting cenderung memiliki gangguan metabolisme dan penurunan kekebalan tubuh. Anak stunting akan lebih sulit dan lebih lama sembuh ketika sakit. Saat dewasa penderita stunting rentan mengalami penyakit tidak menular seperti diabetes mellitus, hipertensi, obesitas dan lainnya
4. Memiliki pertumbuhan gigi yang lambat akibat tidak tercukupinya kebutuhan gizi sehingga mengganggu proses tumbuh kembangnya termasuk pertumbuhan gigi.
5. Wajah tampak lebih muda dari usianya karena pengaruh gangguan pertumbuhannya.
6. Pada usia 8-10 tahun anak menjadi lebih pendiam serta tidak banyak melakukan kontak mata (eye contact) dengan orang lain.
7. Berat badan balita saat ditimbang tidak naik bahkan cenderung mengalami penurunan.
8. Perkembangan tubuh saat remaja terhambat seperti telat menarche (menstruasi pertama pada anak perempuan)
9. Penelitian menunjukkan bahwa anak stunting kemungkinan tidak akan pernah mencapai potensi penuh dan memiliki 17 perkembangan kognitif yang rendah. Kondisi ini menyebabkan pendidikan menjadi kurang optimal, terjadi penurunan kapasitas intelektual dan perkembangan motorik anak.
10. Selain pendek dan kerdil, anak yang mengalami stunting juga terlihat kurus. Walaupun terlihat pendek dan kurus tubuh anak tetap proporsional.

4. Faktor-faktor Anak Stunting

Stunting adalah kondisi gagalnya pertumbuhan fisik dan otak anak akibat kekurangan nutrisi kronis, membuat anak lebih pendek dari rata-rata usianya dan mengalami keterlambatan kognitif. Hal ini terjadi sejak masa janin hingga 1000 hari pertama kehidupan. Penyebab utamanya meliputi terbatasnya akses terhadap makanan bergizi, rendahnya asupan vitamin dan mineral, serta kurangnya variasi pangan dan sumber protein hewani (Kemenkes RI., 2018).

a. Asupan Gizi Balita

Asupan nutrisi yang cukup sangat penting untuk pertumbuhan dan perkembangan fisik anak balita. Periode kritis ini adalah saat anak mengalami pertumbuhan dan perkembangan pesat, termasuk kemampuan untuk mengejar ketinggalan. Balita yang sebelumnya mengalami defisiensi gizi masih bisa diperbaiki melalui nutrisi yang optimal, sehingga mereka dapat mengejar pertumbuhan sesuai dengan tahap perkembangannya.

Selain pola pengasuhan yang baik, rangsangan psikososial juga diperlukan, seperti stimulasi yang diberikan orang tua kepada bayi dan anak. Kebersihan dan sanitasi yang baik merupakan faktor krusial dalam mendukung perkembangan optimal anak. Jika nutrisi tidak memadai selama 1.000 hari pertama kehidupan, berbagai masalah kesehatan bisa muncul. Masalah ini bisa berlangsung dari masa bayi hingga usia lanjut, sehingga dampaknya tidak bersifat sementara.

b. Penyakit Infeksi

Penyakit infeksi adalah salah satu penyebab langsung terjadinya stunting. Anak balita yang kurang gizi lebih rentan terhadap infeksi. Infeksi seperti cacingan, Infeksi Saluran Pernapasan Atas (ISPA), diare, dan lainnya sangat

terkait dengan kualitas pelayanan kesehatan dasar, terutama imunisasi, kondisi lingkungan, dan perilaku hidup sehat.

Sebuah studi oleh Rahayuwati dkk pada 2020 menunjukkan bahwa anak yang sakit memiliki risiko stunting 1,65 kali lebih tinggi dibandingkan anak sehat. Data Survei Sosial Ekonomi Nasional (Susenas) Maret 2021 mengungkapkan bahwa 11,75 persen anak usia 0-17 tahun mengalami keluhan kesehatan yang mengganggu aktivitas harian, atau yang disebut sebagai sakit. Dalam tiga tahun terakhir, persentase anak usia 0-17 tahun yang sakit menurun (Profil Statistik Kesehatan., 2021).

c. Faktor Ibu

Faktor dari ibu bisa disebabkan oleh nutrisi yang tidak baik selama pra-kehamilan, masa kehamilan, dan menyusui. Selain itu, dipengaruhi oleh kondisi fisik ibu seperti usia terlalu muda atau tua, tinggi badan pendek, infeksi, kehamilan remaja, kesehatan mental, bayi lahir dengan berat badan rendah (BBLR), pertumbuhan janin terhambat (IUGR), persalinan prematur, jarak kelahiran yang terlalu dekat, dan hipertensi.

d. Faktor Genetik

Faktor genetik adalah dasar utama untuk mencapai hasil pertumbuhan. Melalui genetik dalam sel telur yang telah dibuahi, kualitas dan kuantitas pertumbuhan dapat ditentukan. Ini ditunjukkan oleh intensitas dan kecepatan pembelahan sel, tingkat sensitivitas jaringan terhadap stimulasi, usia pubertas, dan penghentian pertumbuhan tulang.

e. Pemberian ASI Eksklusif

Masalah terkait praktik pemberian ASI mencakup inisiasi yang tertunda, tidak menerapkan ASI eksklusif, dan penghentian dini konsumsi ASI. Ikatan

Dokter Anak Indonesia (IDAI) menyarankan pemberian ASI eksklusif selama enam bulan pertama untuk mencapai perkembangan optimal. Setelah enam bulan, bayi diberi makanan tambahan yang cukup, sementara ASI dilanjutkan hingga usia 24 bulan. Menyusui yang terus menerus selama dua tahun memberikan kontribusi besar terhadap asupan nutrisi penting bagi bayi (Kemenkes RI., 2024).

5. Dampak Stunting

Stunting merupakan salah satu masalah kesehatan serius yang tidak boleh diabaikan, dengan dampak negatif yang meluas bagi anak-anak saat ini dan di masa depan. Dampak tersebut meliputi:

1. Fungsi kognitif dan psikomotorik anak yang terganggu, sehingga mereka kesulitan memahami pelajaran dan mengembangkan kreativitas.
2. Tingkat intelektual yang lebih rendah dibandingkan anak normal, yang menghambat prestasi akademis.
3. Selain itu, proporsi tubuh yang tidak ideal membuat mereka sulit unggul dalam olahraga. Belakangan, anak stunting lebih berisiko terkena penyakit degeneratif seperti diabetes dan obesitas, akibat gangguan keseimbangan gula darah dan penumpukan lemak tubuh.

Secara nasional, stunting menghasilkan sumber daya manusia (SDM) berkualitas rendah, yang menurunkan daya saing Indonesia terhadap SDM global. Hal ini berdampak pada kemajuan suatu negara, karena kualitas SDM sangat menentukan perkembangan suatu bangsa (Teman sigizi., 2023).

6. Pencegahan Dan Penanganan Stunting

Stunting pada anak dapat berlanjut hingga dewasa, sehingga pencegahan penting dilakukan sebelum dampaknya meluas pada pertumbuhan dan perkembangan anak. Upaya pencegahan meliputi:

1. Pemberian pola pengasuhan yang baik.
2. Penyediaan MPASI yang optimal.
3. Pengobatan penyakit yang diderita anak.
4. Perbaikan kebersihan lingkungan.
5. Penerapan gaya hidup bersih keluarga.

Untuk memudahkan mengingat, stunting dapat dicegah melalui ABCDE:

1. Aktif minum Tablet Tambah Darah (TTD) – Remaja putri konsumsi 1 tablet seminggu; ibu hamil 1 tablet per hari (minimal 90 tablet selama kehamilan).
2. Bumil periksa kehamilan minimal 6 kali, termasuk 2 kali dengan USG oleh dokter.
3. Cukupi protein hewani setiap hari untuk bayi di atas 6 bulan.
4. Datang ke Posyandu bulanan untuk pemantauan pertumbuhan (timbang dan ukur), perkembangan, serta imunisasi balita.
5. ASI eksklusif selama 6 bulan pertama, dilanjutkan hingga 2 tahun dengan MPASI yang tepat setelah usia 6 bulan.

Penanganan stunting meliputi pengobatan penyakit penyebab, peningkatan nutrisi, pemberian suplemen, serta penerapan pola hidup bersih dan sehat.

Langkah-langkahnya:

1. Mengobati penyakit dasar, seperti memberikan obat antituberkulosis jika anak menderita TBC.

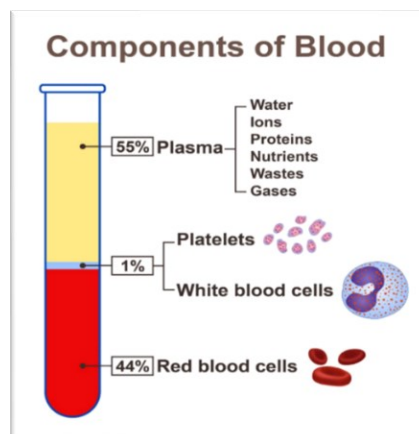
2. Menambah nutrisi melalui makanan kaya protein hewani, lemak, dan kalori.
3. Memberikan suplemen seperti vitamin A, zinc, zat besi, kalsium, dan yodium.
4. Mendorong keluarga untuk meningkatkan sanitasi dan menerapkan perilaku hidup bersih dan sehat (PHBS) guna mencapai keluarga sehat (Kemenkes RI., 2024).

B. Darah

1. Pengertian Darah

Darah merupakan fluida vital dalam tubuh manusia yang berfungsi sebagai sistem transportasi utama untuk mendistribusikan nutrisi dan oksigen ke jaringan, sekaligus mengangkut sisa metabolisme menuju organ ekskresi seperti paru-paru, ginjal, dan kulit. Cairan ini menyumbang sekitar 7-8% dari total berat badan manusia, di mana volume pada laki-laki dewasa berkisar antara 5-6 liter dan wanita dewasa sekitar 4-5 liter. Secara fisiologis, darah memiliki suhu normal 38°C dengan rentang pH 7,35–7,45 yang berfungsi sebagai sistem penyangga (buffer) asam-basa tubuh. Warna darah sendiri bervariasi dari merah terang hingga merah gelap, tergantung pada tinggi rendahnya kadar saturasi oksigen di dalamnya (Rosita *et al.*, 2019).

Gambar 2. 3 Komponen Darah {Formatting Citation}



Secara struktural, darah utuh (whole blood) terdiri dari dua komponen utama: plasma darah (55%) sebagai komponen cair, serta sel-sel darah (45%) sebagai komponen padat yang meliputi eritrosit (sel darah merah), leukosit (sel darah putih), dan trombosit (keping darah).

1. Plasma Darah

Plasma merupakan komponen cair darah yang mencakup lebih dari separuh total volume darah. Sebagian besar plasma terdiri dari air yang mengandung elektrolit dan berbagai jenis protein. Protein utama dalam plasma adalah albumin, yang berfungsi menjaga tekanan osmotik agar cairan tidak merembes keluar dari pembuluh darah ke jaringan, sekaligus berperan sebagai pengangkut hormon dan obat-obatan. Selain itu, plasma mengandung imunoglobulin (antibodi) untuk pertahanan terhadap patogen dan faktor pembekuan untuk mengendalikan perdarahan. Plasma juga berfungsi sebagai reservoir cairan bagi jaringan, menjaga tekanan darah, sirkulasi, serta membantu regulasi suhu tubuh dengan mendistribusikan panas dari inti tubuh ke area perifer.

2. Sel Darah Merah (Eritrosit)

Eritrosit mengisi sekitar 40% volume darah dan mengandung hemoglobin, sebuah protein yang mengikat oksigen dari paru-paru untuk didistribusikan ke seluruh jaringan serta membawa karbon dioksida kembali ke paru-paru untuk dibuang. Kadar eritrosit yang tidak normal dapat berdampak buruk bagi kesehatan: Anemia (jumlah rendah) mengakibatkan suplai oksigen berkurang sehingga tubuh terasa lemah, sementara eritrositosis (jumlah tinggi) membuat darah menjadi kental dan meningkatkan risiko penggumpalan darah yang memicu serangan jantung atau stroke.

3. Sel Darah Putih (Leukosit)

Leukosit merupakan komponen sistem kekebalan tubuh yang bertugas melawan infeksi dan benda asing. Terdapat lima jenis utama leukosit dengan peran spesifik:

- a. Neutrofil: Menelan dan membunuh bakteri serta jamur.
- b. Limfosit: Terdiri dari sel T, sel B (penghasil antibodi), dan sel pembunuh alami (Natural Killer) untuk melawan virus dan sel kanker.
- c. Monosit: Mencerna sel yang mati atau rusak serta agen infeksius.
- d. Eosinofil: Menghancurkan parasit, sel kanker, dan berperan dalam respons alergi.
- e. Basofil: Berperan aktif dalam respons alergi tubuh.

Kondisi leukopenia (leukosit rendah) meningkatkan risiko infeksi, sedangkan leukositosis (leukosit tinggi) biasanya menjadi indikasi adanya peradangan, infeksi, atau penyakit seperti leukemia.

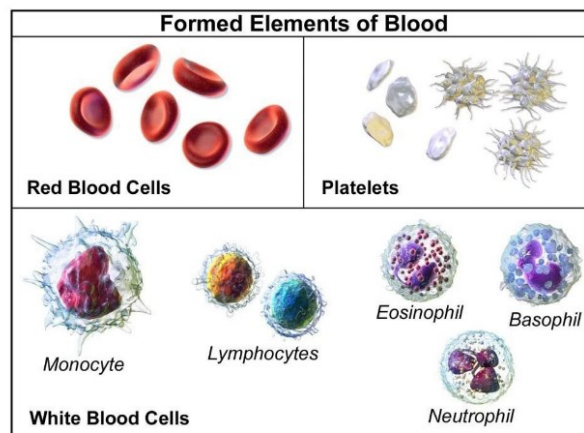
4. Trombosit (Platelet)

Trombosit adalah partikel seluler yang berukuran lebih kecil dari sel darah lainnya dan berperan vital dalam mekanisme hemostasis (pembekuan darah). Saat terjadi luka, trombosit akan berkumpul dan menggumpal untuk membentuk sumbat serta melepaskan zat kimia yang merangsang pembekuan darah lebih lanjut. Kekurangan jumlah trombosit (trombositopenia) menyebabkan perdarahan abnormal dan mudah memar, sedangkan kelebihan trombosit (trombositemia) dapat memicu penggumpalan darah yang berlebihan dan menyumbat pembuluh darah (Ravindra Sarode et al, 2024). Fungsi utama darah mencakup:

1. Distribusi oksigen, nutrisi, dan hormon ke organ target.
2. Pengangkutan limbah metabolisme untuk proses filtrasi di hati dan ginjal.
3. Pertahanan tubuh melalui pembentukan antibodi dan agen pembekuan darah.
4. Menjaga homeostasis suhu tubuh.

Gambar 2. 4 Eritrosit, Leukosit, Dan Trombosit

(Ravindra Sarode., 2024)



blausen

C. Mean Corpuscular Volume (MCV)

Mean Corpuscular Volume (MCV) merupakan salah satu parameter dalam pemeriksaan hitung darah lengkap yang berfungsi untuk mengukur volume atau ukuran rata-rata sel darah merah (eritrosit). Peran utama eritrosit yang diwakili oleh nilai MCV adalah memastikan efektivitas distribusi oksigen ke seluruh organ tubuh. Nilai rujukan MCV normal umumnya berada pada rentang 80–100 fL, meskipun standar ini dapat bervariasi berdasarkan usia dan jenis kelamin (Tarhan., 2022).

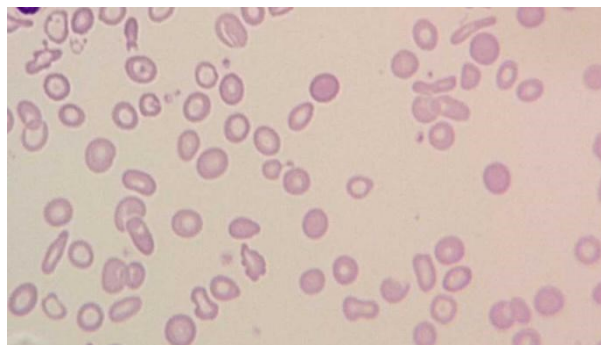
1. MCV Rendah (Anemia Mikrositik)

- a. Kondisi di mana nilai MCV berada di bawah 80 fL disebut sebagai anemia mikrositik, yang menandakan bahwa ukuran sel darah merah lebih kecil dari

normal. Jika tidak segera ditangani, kondisi ini dapat memicu komplikasi serius seperti penyakit arteri koroner atau insufisiensi vaskular.

- b. Penyebab Utama: Anemia defisiensi besi (paling umum), thalassemia (anemia Mediterania), keracunan timbal, anemia sideroblastik, serta penyakit kronis.
- c. Gejala Klinis: Kelelahan kronis, sesak napas, pusing, kulit pucat, hingga kerusakan pada struktur kuku dan rambut rontok.

Gambar 2. 5 Anemia Mikrositik (Myhematology., 2024).

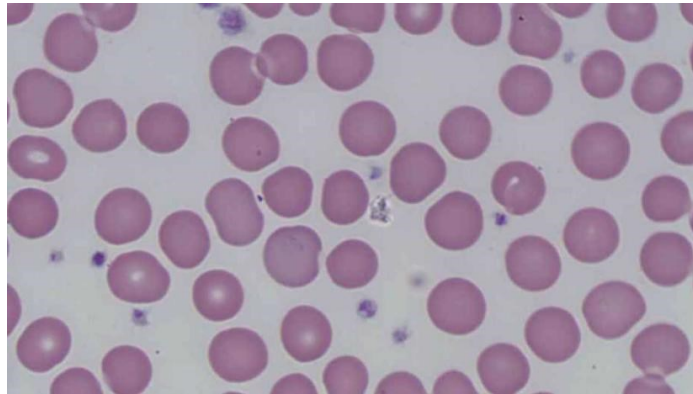


2. MCV Tinggi (Anemia Makrositik)

- a. Jika nilai MCV melebihi 100 fL, kondisi ini disebut anemia makrositik atau makrositosis, di mana ukuran eritrosit lebih besar dari normal namun fungsinya tidak optimal. Kondisi ini dibagi menjadi dua kategori:
- b. Anemia Megaloblastik: Disebabkan oleh defisiensi Vitamin B12 atau asam folat.
- c. Anemia Non-Megaloblastik: Berkaitan dengan disfungsi hati, hipotiroidisme, konsumsi alkohol berlebihan, penyakit paru, atau efek samping obat-obatan tertentu.

- d. Gejala Klinis: Kehilangan nafsu makan, jantung berdebar, sulit berkonsentrasi, serta gejala neurologis seperti mati rasa dan gangguan keseimbangan.

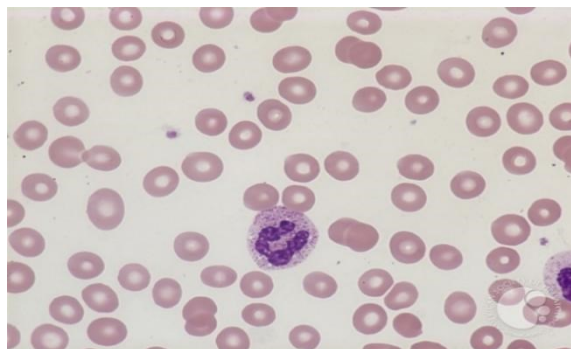
Gambar 2. 6 Anemia Makrositik (Myhematology., 2024).



3. MCV Normal (Anemia Normositik)

- a. Meskipun nilai MCV berada dalam rentang normal (80–100 fL), seseorang tetap berisiko mengalami anemia yang disebut anemia normositik. Dalam kondisi ini, ukuran sel darah merah normal, namun jumlahnya tidak mencukupi atau terjadi kerusakan sistemik lainnya.
- b. Penyebab Utama: Kehilangan darah secara akut (perdarahan), penyakit ginjal, gangguan sistem endokrin, tumor, hingga infeksi berat pada darah (sepsis).

Gambar 2. 7 Anemia Normositik (Prepladder., 2024).



Tabel 2. 2 Nilai Mcv Berdasarkan Jenis Kelamin Dan Usia
(Young *et al.*, 2022)

Usia	Perempuan	Pria
Di bawah 10 tahun	82,4 fL	81,9 fL
10 sampai 19	87,6 fL	87,3 fL
20 hingga 29 tahun	90,0 fL	89,8 fL
30 hingga 39 tahun	90,4 fL	90,4 fL
40 hingga 49 tahun	91,0 fL	91,3 fL
50 hingga 59 tahun	91,1 fL	92,0 fL
60 hingga 69 tahun	91,6 fL	92,5 fL
70 hingga 79	92,1 fL	93,0 fL
80 hingga 88	92,5 fL	93,6 fL

D. Pemeriksaan Mean Corpuscular Volume

Pemeriksaan Mean Corpuscular Volume (MCV) adalah bagian dari hitung darah lengkap (Complete Blood Count/CBC) yang mengukur ukuran rata-rata volume sel darah merah (eritrosit). Pada anak stunting (kondisi pertumbuhan terhambat akibat malnutrisi kronis), MCV membantu mendeteksi jenis anemia yang mungkin terkait, seperti anemia defisiensi besi (mikrositik) atau defisiensi vitamin B12/folat (makrositik). Pemeriksaan ini dapat dilakukan secara otomatis atau manual. Berikut penjelasan detail, termasuk prinsip, tujuan, prosedur, dan interpretasi hasil. (WHO., 2019).

1. Pemeriksaan Otomatis (Menggunakan Hematology Analyzer)

Pemeriksaan otomatis menggunakan mesin hematologi seperti Coulter counter atau Sysmex analyzer, yang menghitung MCV berdasarkan impedansi atau laser scattering.

Prinsip: Mesin mengukur volume eritrosit dengan mengalirkan sampel darah melalui saluran sempit. Perubahan impedansi listrik (resistansi) atau hamburan cahaya menentukan ukuran sel. MCV dihitung sebagai: $MCV = (\text{Hematokrit} / \text{Jumlah Eritrosit}) \times 10$ (dalam femtoliter/fL). Metode ini akurat dan cepat untuk volume sampel besar.

Tujuan: Menilai morfologi eritrosit untuk mendiagnosis anemia pada anak stunting, yang sering terkait dengan malnutrisi. Membantu diferensiasi anemia mikrositik (MCV <80 fL, umum pada defisiensi besi) atau makrositik (MCV >100 fL, pada defisiensi vitamin). Pada stunting, ini mendukung intervensi nutrisi seperti suplementasi zat besi atau vitamin.

Prosedur:

1. Ambil sampel darah vena (biasanya 2-5 mL) dari anak, gunakan EDTA sebagai antikoagulan.
2. Masukkan sampel ke mesin analyzer.
3. Mesin secara otomatis menganalisis dan menghasilkan laporan CBC, termasuk MCV.
4. Waktu pemeriksaan: 5-10 menit. Lakukan di laboratorium terakreditasi dengan kontrol kualitas.

Interpretasi Hasil: Normal: 80-100 fL (sesuai usia anak; pada bayi mungkin sedikit lebih tinggi).

Mikrositik (rendah): Menunjukkan anemia defisiensi besi, umum pada stunting akibat diet buruk. Perlu konfirmasi ferritin atau transferrin.

Makrositik (tinggi): Menunjukkan defisiensi vitamin B12/folat, yang bisa terkait malnutrisi kronis.

Faktor interferensi: Anemia campuran atau kondisi seperti talasemia. Pada stunting, hasil abnormal sering dikombinasikan dengan indeks lain seperti MCH dan MCHC (Mbbs., 2015).

2. Metode Automasi: Laser Optical Scatter

- a. Digunakan pada instrumen canggih untuk meminimalisir gangguan yang sering terjadi pada metode listrik. Penentuan volume sel menggunakan prinsip pembiasan sinar laser pada aliran sel.

Tujuan: Memperoleh akurasi lebih tinggi dalam membedakan eritrosit dari fragmen sel lainnya.

- b. Prinsip: Sel dilewatkan satu per satu melalui sinar laser. Cahaya yang memantul ke depan (Forward Scatter) dideteksi oleh sensor optik. Luas sebaran cahaya ini mencerminkan volume fisik sel.

- c. Alat & Bahan: High-end Hematology Analyzer dan reagen optik khusus.

- d. Prosedur:

- 1) Sampel dimasukkan ke dalam rak otomatis mesin.
- 2) Mesin melakukan fokus hidrodinamik agar sel mengalir satu per satu dalam barisan tunggal.
- 3) Sinar laser ditembakkan ke arah aliran sel.
- 4) Sensor menangkap intensitas hamburan cahaya yang dihasilkan setiap sel.
- 5) Data diolah menjadi angka MCV berdasarkan algoritma ukuran optik.
- 6) Interpretasi Hasil: Memberikan angka fL yang lebih stabil terhadap gangguan eksternal seperti konduktivitas plasma.

Kelebihan dan Kekurangan: Sangat presisi namun biaya operasionalnya mahal.

3. Metode Modern: Digital Cell Morphology (AI)

- a. Analisis visual otomatis menggunakan kamera digital resolusi tinggi dan kecerdasan buatan (AI).
- b. Prinsip: Alat memindai sediaan darah secara digital dan menggunakan algoritma analisis citra untuk mengukur diameter setiap sel secara otomatis berdasarkan piksel gambar.
- c. Alat & Bahan: Perangkat morfologi digital (misal: CellaVision), komputer dengan software AI, sediaan SADT terwarnai, dan minyak imersi.
- d. Prosedur:
 - 1) Sediaan SADT yang sudah diwarnai diletakkan pada rak otomatis alat.
 - 2) Alat mencari area monolayer secara otomatis menggunakan sensor fokus digital.
 - 3) Kamera menangkap ribuan foto sel darah merah.
 - 4) AI menghitung diameter sel dan mengklasifikasikannya ke dalam histogram ukuran.
 - 5) Interpretasi: Menghasilkan data persentase mikrositik/makrositik yang sangat objektif dan konsisten.
 - 6) Kelebihan & Kekurangan: Menghilangkan kelelahan mata analis dan data tersimpan digital, namun harga investasi perangkat sangat mahal (Katz *et al.*, 2022).

4. Pemeriksaan Manual (Menggunakan Mikroskop dan Metode Price-Jones)

Pemeriksaan manual melibatkan pengukuran mikroskopis eritrosit, seperti kurva Price-Jones, yang kurang akurat tapi berguna di laboratorium sumber daya terbatas.

Prinsip: Mengukur diameter eritrosit di bawah mikroskop dengan okuler mikrometer. Kurva distribusi diameter digunakan untuk menghitung MCV rata-rata. Prinsipnya berdasarkan geometri: $\text{Volume} = (4/3)\pi r^3$, dihitung dari diameter rata-rata. Metode ini manual dan subjektif, bergantung pada keterampilan teknisi.

Tujuan: Sama seperti otomatis, yaitu mendeteksi jenis anemia pada stunting. Berguna di daerah pedesaan atau laboratorium tanpa mesin, untuk skrining awal malnutrisi kronis yang menyebabkan perubahan ukuran eritrosit.

Prosedur:

1. Ambil sampel darah vena atau kapiler, buat apusan darah tipis pada slide kaca.
2. Fiksasi dan warnai dengan pewarna seperti Wright atau Giemsa.
3. Di bawah mikroskop (perbesaran 100x), ukur diameter 100-200 eritrosit menggunakan okuler mikrometer.
4. Hitung MCV manual: $\text{MCV} = (\pi/6) \times (\text{diameter rata-rata})^3 \times 10$ (dalam fL), atau gunakan kurva Price-Jones untuk distribusi.
5. Waktu: 30-60 menit. Lakukan oleh teknisi terlatih, dengan kontrol kualitas seperti pengukuran standar.

Interpretasi Hasil: Normal: 80-100 fL.

Mikrositik: Diameter $<7 \mu\text{m}$, menunjukkan anemia defisiensi besi pada stunting.

Makrositik: Diameter $>9 \mu\text{m}$, menunjukkan defisiensi vitamin.

Kurva Price-Jones membantu melihat variabilitas: Kurva sempit normal, lebar menunjukkan anisositosis (variasi ukuran sel, umum pada anemia campuran).

Keterbatasan: Lebih subjektif, risiko kesalahan pengukuran. Pada stunting, konfirmasi dengan tes lain seperti serum iron.

5. Metode Manual: Kalkulasi Indeks Eritrosit (Wintrobe)

Penentuan MCV secara tidak langsung melalui perhitungan matematis dari hasil Hematokrit dan hitung Eritrosit.

- a. Prinsip: Menghitung rata-rata volume sel dengan membagi total volume eritrosit yang dipadatkan dengan jumlah total selnya.
- b. Alat & Bahan: Mikroskop, Kamar Hitung Improved Neubauer, pipet Thoma, sentrifus mikrohematokrit, tabung kapiler, lilin (wax), dan larutan Hayem.
- c. Prosedur:
 - 1) Hematokrit: Darah dalam tabung kapiler diputar selama 5 menit pada 11.000 rpm, lalu baca persentasenya (% Hct).
 - 2) Hitung Eritrosit: Darah diencerkan 1:200 dengan larutan Hayem, lalu dihitung jumlah selnya di bawah mikroskop menggunakan kamar hitung.
 - 3) Kalkulasi: Gunakan rumus: $MCV (fL) = \frac{\text{Hematokrit (\%)} \times 10}{\text{jumlah eritrosit (juta}/\mu\text{L})}$
 - 4) Interpretasi: Nilai normal 80–100 fL. Keakuratan sangat bergantung pada ketelitian manual operator.
 - 5) Kelebihan & Kekurangan: Murah dan bisa dilakukan di lab kecil, namun risiko kesalahan manusia (human error) sangat tinggi (Gandasoebrata *et al.*, 2013).

6. Metode Konfirmasi: Sediaan Apus Darah Tepi (SADT)

Evaluasi visual ukuran sel di bawah mikroskop menggunakan teknik pewarnaan kimia.

- a. Prinsip: Menggunakan pewarnaan Romanowsky (Giemsa/Wright); diameter eritrosit dibandingkan secara visual dengan diameter inti limfosit kecil sebagai standar ukuran ($\pm 7-8 \mu\text{m}$).

- b. Alat & Bahan: Kaca objek, kaca penghapus, rak pewarnaan, mikroskop, Metanol, zat warna Giemsa/Wright, Buffer pH 6.4-6.8, dan minyak imersi.
- c. Prosedur:
 - 1) Apuskan darah tipis di atas kaca objek, keringkan di udara.
 - 2) Fiksasi sediaan dengan Metanol selama 2–5 menit.
 - 3) Warnai dengan larutan Giemsa/Wright selama 15–30 menit, cuci dengan air, lalu keringkan.
 - 4) Amati di mikroskop (1000x + minyak imersi) dan bandingkan eritrosit dengan inti limfosit kecil.
 - 5) Interpretasi: Eritrosit < inti limfosit (Mikrositik), = inti limfosit (Normositik), > inti limfosit (Makrositik).
 - 6) Kelebihan dan Kekurangan: Dapat mendeteksi variasi bentuk sel, namun hasilnya bersifat subjektif (tergantung keahlian analis) (Gandasoebrata *et al*, 2013).

E. Hubungan Mcv Dan Stunting

Stunting adalah kondisi pertumbuhan terhambat pada anak akibat malnutrisi kronis, infeksi berulang, atau faktor lingkungan lainnya, yang sering menyebabkan gangguan pada sistem hematologi seperti anemia. MCV, sebagai parameter dalam hitung darah lengkap (CBC), mengukur ukuran rata-rata sel darah merah (eritrosit) dan berperan penting dalam mendiagnosis jenis anemia yang terkait dengan stunting. Berikut penjelasan hubungannya, berdasarkan prinsip medis dan penelitian terkait (WHO., 2019).

1. Dasar Hubungan MCV dan Stunting

Stunting sebagai Akibat Malnutrisi Kronis: Stunting terjadi ketika anak mengalami kekurangan nutrisi jangka panjang, seperti protein, zat besi, vitamin

B12, folat, atau energi. Ini mengganggu produksi eritrosit di sumsum tulang, menyebabkan anemia. MCV membantu mengidentifikasi apakah anemia tersebut mikrositik (sel kecil), normositik, atau makrositik (sel besar), yang menunjukkan defisiensi spesifik.

MCV sebagai Indikator Anemia pada Stunting: Pada anak stunting, anemia sering kali merupakan komplikasi sekunder. MCV rendah (mikrositik) menunjukkan defisiensi besi, yang umum pada diet buruk; MCV tinggi (makrositik) menunjukkan defisiensi vitamin B12 atau folat, yang bisa terjadi pada malnutrisi berat. Ini membantu dokter membedakan penyebab dan merencanakan intervensi nutrisi.

2. Mekanisme Hubungan

Defisiensi Zat Besi (Mikrositik): Stunting sering terkait dengan diet rendah zat besi (misalnya, kurang daging atau sayuran hijau). Ini menyebabkan MCV rendah (<80 fL), karena eritrosit tidak dapat membentuk hemoglobin yang cukup, menghasilkan sel kecil. Pada stunting, ini memperburuk pertumbuhan karena anemia mengurangi oksigen ke jaringan.

Defisiensi Vitamin (Makrositik): Malnutrisi kronis pada stunting bisa menyebabkan kekurangan vitamin B12 atau folat, yang diperlukan untuk sintesis DNA eritrosit. Hasilnya, MCV tinggi (>100 fL), dengan sel yang lebih besar tapi tidak matang. Ini jarang tapi signifikan pada stunting berat.

Anemia Normositik atau Campuran: Pada beberapa kasus stunting, MCV normal (80-100 fL), tapi anemia disebabkan oleh infeksi kronis (seperti malaria) atau inflamasi, yang mempengaruhi produksi eritrosit tanpa mengubah ukurannya drastis.

Faktor Tambahan: Stunting juga bisa terkait dengan kondisi seperti talasemia minor, yang mempengaruhi MCV. Pada anak stunting, MCV abnormal sering dikombinasikan dengan indeks lain seperti MCH (Mean Corpuscular Hemoglobin) untuk diagnosis akurat (Anggryni *et al.*, 2021)

3. Pentingnya MCV dalam Manajemen Stunting

Diagnosis dan Pemantauan: MCV membantu skrining anemia pada anak stunting, yang mempengaruhi perkembangan kognitif dan fisik. Jika MCV rendah, suplementasi zat besi direkomendasikan; jika tinggi, vitamin diberikan.

Intervensi: Hasil MCV memandu program kesehatan, seperti fortifikasi makanan atau pengobatan anemia, untuk mencegah stunting kronis.

Risiko Jika Tidak Diperiksa: Anemia yang tidak terdeteksi pada stunting bisa memperburuk kondisi, seperti penurunan imunitas atau keterlambatan perkembangan (Mbbs., 2015).