

Perubahan Kadar Hemoglobin Remaja Putri setelah Konsumsi Teh Daun Kelor: Studi Kuasi-Eksperimental

Endang Sri Wahyuni^{1*}, Tut Rayani Aksohini Wijayanti²

^{1,2}Program Sarjana Kebidanan, Institut Teknologi Sains dan Kesehatan RS dr. Soepraoen, Malang, Indonesia

Email Korespondensi: ¹eswahyuni55@gmail.com

Abstrak– Anemia merupakan salah satu masalah kesehatan yang berisiko dialami remaja putri. Teh daun kelor (*Moringa oleifera*) merupakan salah satu pangan lokal yang berpotensi mendukung pemenuhan zat gizi yang berkaitan dengan pembentukan hemoglobin. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi perubahan kadar hemoglobin pada remaja putri sebelum dan sesudah konsumsi teh daun kelor selama 21 hari di SMP Baitul Makmur Bangsalsari, Jember. Penelitian menggunakan desain kuasi-eksperimental one-group pretest–posttest dengan teknik total sampling terhadap 20 remaja putri. Responden mengonsumsi sekitar 2 gram teh daun kelor yang diseduh dengan 200 ml air, dua kali sehari selama 21 hari. Kadar hemoglobin diukur menggunakan Nesco MultiChek2 Hemoglobin Meter berbasis Point-of-Care Testing (POCT). Normalitas skor perubahan (difference score) diuji menggunakan Shapiro-Wilk, sedangkan perubahan kadar hemoglobin dianalisis menggunakan Paired-Samples t-test dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$. Rata-rata kadar hemoglobin meningkat dari $11,87 \pm 0,77$ g/dL sebelum intervensi menjadi $12,78 \pm 0,62$ g/dL setelah intervensi, dengan peningkatan rerata sebesar 0,91 g/dL. Hasil uji menunjukkan adanya perbedaan kadar hemoglobin yang signifikan secara statistik antara sebelum dan sesudah intervensi ($t(19) = -7,552$; $p < 0,001$), dengan ukuran efek yang besar (Cohen's $d = 1,69$). Temuan ini menunjukkan adanya perubahan kadar hemoglobin setelah periode konsumsi teh daun kelor. Namun, karena penelitian tidak menggunakan kelompok kontrol, perubahan tersebut tidak dapat diinterpretasikan sebagai bukti hubungan sebab-akibat atau efektivitas kausal teh daun kelor. Penelitian lebih lanjut dengan desain terkontrol diperlukan untuk memperoleh bukti yang lebih kuat.

Kata Kunci: Anemia, Hemoglobin, *Moringa oleifera*, Remaja Putri, Teh Daun Kelor

Abstract– Anemia is a health problem that commonly affects adolescent girls. Moringa leaf tea (*Moringa oleifera*) is a local food-based intervention that may support the intake of nutrients involved in hemoglobin formation. This study aimed to evaluate changes in hemoglobin levels among adolescent girls before and after consuming Moringa leaf tea for 21 days at Baitul Makmur Junior High School, Bangsalsari, Jember. A quasi-experimental one-group pretest–posttest design was employed involving 20 adolescent girls selected through total sampling. Participants consumed approximately 2 g of Moringa leaf tea brewed in 200 mL of water twice daily for 21 days. Hemoglobin levels were measured using a Nesco MultiChek2 Hemoglobin Meter based on Point-of-Care Testing (POCT). The normality of the difference scores was assessed using the Shapiro-Wilk test, and changes in hemoglobin levels were analyzed using a Paired-Samples t-test with a significance level of $\alpha = 0.05$. The mean hemoglobin level increased from 11.87 ± 0.77 g/dL before the intervention to 12.78 ± 0.62 g/dL after the intervention, representing a mean increase of 0.91 g/dL. The analysis showed a statistically significant difference in hemoglobin levels before and after the intervention ($t(19) = -7.552$; $p < 0.001$), with a large effect size (Cohen's $d = 1.69$). These findings indicate a change in hemoglobin levels following the period of Moringa leaf tea consumption. However, because the study did not include a control group, the observed change cannot be interpreted as evidence of a causal relationship or causal effectiveness of the intervention. Further studies using controlled designs are warranted to provide stronger evidence.

Keywords: adolescent girls; anemia; hemoglobin; *Moringa oleifera*; moringa leaf tea.

1. PENDAHULUAN

Anemia masih menjadi salah satu masalah kesehatan masyarakat yang memiliki dampak luas terhadap kualitas sumber daya manusia, terutama pada kelompok remaja putri. Organisasi Kesehatan Dunia (World Health Organization/WHO) mendefinisikan anemia berdasarkan kadar hemoglobin (Hb) yang berada di bawah batas yang ditetapkan menurut kelompok usia, jenis kelamin, dan kondisi fisiologis tertentu. WHO menekankan bahwa penggunaan kadar hemoglobin sebagai dasar penilaian anemia perlu mempertimbangkan karakteristik populasi dan metode pengukuran yang digunakan [1]. Kondisi anemia dapat menyebabkan kelelahan, penurunan konsentrasi, gangguan fungsi kognitif, menurunnya daya tahan tubuh, hingga berkurangnya produktivitas[2]. Dalam jangka panjang, anemia pada masa remaja juga berkaitan dengan kesehatan reproduksi dan dapat memberikan konsekuensi pada fase kehidupan berikutnya. Karena itu, pencegahan anemia pada masa remaja merupakan bagian penting dari upaya meningkatkan kesehatan sepanjang siklus kehidupan.

Remaja putri merupakan kelompok yang memiliki kerentanan lebih tinggi terhadap anemia dibandingkan remaja laki-laki karena mengalami kehilangan zat besi secara periodik selama menstruasi, sementara pada saat yang sama kebutuhan zat gizi meningkat untuk mendukung pertumbuhan dan

perkembangan selama masa remaja[3]. WHO juga menempatkan perempuan dan remaja yang mengalami menstruasi sebagai kelompok penting dalam upaya percepatan penurunan anemia, mengingat anemia pada kelompok tersebut dapat dipengaruhi oleh defisiensi zat besi maupun berbagai penyebab lainnya[4]. Apabila kebutuhan zat besi tidak diimbangi dengan asupan yang memadai, cadangan besi tubuh dapat menurun dan pada kondisi tertentu berkontribusi terhadap gangguan eritropoiesis dan sintesis hemoglobin. Dengan demikian, pencegahan anemia pada remaja putri tidak hanya berkaitan dengan pemberian suplementasi, tetapi juga dengan pemenuhan kebutuhan zat gizi melalui pola makan yang adekuat.

Data terbaru menunjukkan bahwa anemia masih menjadi masalah yang signifikan di Indonesia. Survei Kesehatan Indonesia (SKI) Tahun 2023 melaporkan prevalensi anemia sebesar 15,5% pada kelompok usia 15–24 tahun dan 15,3% pada kelompok usia 5–14 tahun[5]. Data SKI 2023 merupakan sumber nasional yang mencakup pengukuran dan pemeriksaan kadar hemoglobin serta menyediakan informasi kesehatan pada tingkat nasional dan provinsi [5]. Meskipun angka tersebut tidak secara khusus menggambarkan seluruh kelompok remaja putri, tingginya proporsi anemia pada kelompok usia muda menunjukkan bahwa pencegahan anemia sejak masa remaja tetap memerlukan perhatian.

Pemerintah Indonesia telah mengimplementasikan berbagai strategi pencegahan anemia melalui pemberian Tablet Tambah Darah (TTD) kepada remaja putri sebagai bagian dari program kesehatan nasional[6]. TTD tetap merupakan salah satu strategi penting dalam pengendalian anemia, tetapi upaya penanggulangan anemia perlu mempertimbangkan berbagai faktor yang mendasarinya karena anemia bersifat multifaktorial. WHO menyebutkan bahwa selain defisiensi zat besi, anemia dapat berkaitan dengan defisiensi zat gizi lainnya, infeksi, inflamasi, kondisi ginekologis, gangguan darah bawaan, dan faktor sosial yang lebih luas [4]. Oleh karena itu, pendekatan berbasis pangan dapat dipertimbangkan sebagai salah satu strategi pendukung dalam pemenuhan zat gizi, tanpa menggantikan intervensi medis atau program suplementasi yang telah direkomendasikan[7].

Salah satu pangan lokal yang banyak mendapat perhatian dalam beberapa tahun terakhir adalah daun kelor (*Moringa oleifera*). Daun kelor diketahui mengandung berbagai zat gizi, termasuk zat besi, protein, vitamin, mineral, dan senyawa bioaktif. Kandungan zat besi dan vitamin C dalam daun kelor secara teoritis relevan dengan pemenuhan zat gizi yang berkaitan dengan metabolisme besi, sementara vitamin C diketahui berperan dalam meningkatkan absorpsi besi non-heme[8] [9]. Namun, kandungan zat gizi suatu pangan tidak dengan sendirinya membuktikan bahwa konsumsi pangan tersebut akan menyebabkan peningkatan kadar hemoglobin pada manusia[10].

Bukti empiris mengenai penggunaan *Moringa oleifera* terhadap status hematologis pada manusia menunjukkan hasil yang menjanjikan tetapi masih terbatas. Systematic review oleh Brar et al. (2022) yang mengidentifikasi 33 penelitian, termasuk tujuh penelitian pada manusia, melaporkan bahwa suplementasi kelor pada dosis tertentu berkaitan dengan peningkatan hemoglobin pada beberapa kelompok dengan anemia defisiensi besi[11]. Namun, penulis menegaskan bahwa bukti mengenai manfaat suplementasi kelor pada manusia masih terbatas dan diperlukan penelitian dengan ukuran sampel yang lebih besar serta desain yang lebih ketat. Temuan systematic review lain mengenai *Moringa oleifera* dan anemia juga menunjukkan adanya potensi manfaat, tetapi variasi bentuk sediaan, dosis, durasi intervensi, serta karakteristik responden menyebabkan hasil antarpemeriksaan belum sepenuhnya konsisten[12].

Penelitian mengenai penggunaan daun kelor dalam bentuk teh pada remaja putri juga masih perlu dikembangkan, terutama dalam konteks lingkungan sekolah. Perbedaan bentuk olahan, dosis konsumsi, lama intervensi, karakteristik responden, serta metode pengukuran hemoglobin dapat menghasilkan temuan yang berbeda sehingga hasil penelitian terdahulu belum dapat digeneralisasikan secara langsung pada seluruh kelompok remaja putri.

Dalam konteks tersebut, penelitian ini tidak menempatkan penggunaan teh daun kelor sebagai pengganti TTD atau sebagai intervensi yang telah terbukti secara kausal meningkatkan kadar hemoglobin. Penelitian ini diarahkan untuk mengevaluasi perubahan kadar hemoglobin yang diamati pada responden yang sama sebelum dan sesudah periode konsumsi teh daun kelor. Posisi tersebut penting karena desain one-group pretest–posttest tanpa kelompok kontrol tidak memungkinkan peneliti memastikan bahwa perubahan kadar hemoglobin sepenuhnya disebabkan oleh intervensi. Faktor lain, seperti pola makan, status zat besi, menstruasi, kondisi kesehatan, dan perubahan selama periode penelitian dapat turut berkontribusi terhadap perubahan kadar hemoglobin[13].

Kebaruan penelitian ini terletak pada konteks penerapan dan protokol intervensi, yaitu konsumsi teh daun kelor sekitar 2 gram sebanyak dua kali sehari selama 21 hari pada remaja putri tingkat sekolah menengah pertama, dengan pemantauan konsumsi selama periode intervensi serta pengukuran kadar hemoglobin menggunakan metode Point-of-Care Testing (POCT). Dengan demikian, penelitian ini

diharapkan memberikan bukti awal mengenai perubahan kadar hemoglobin pada remaja putri setelah periode konsumsi teh daun kelor dalam konteks lingkungan sekolah.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi perubahan kadar hemoglobin pada remaja putri sebelum dan sesudah konsumsi teh daun kelor (*Moringa oleifera*) selama 21 hari di SMP Baitul Makmur Bangsalsari, Jember.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Desain dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain kuasi-eksperimental dengan rancangan one-group pretest–posttest untuk mengevaluasi perubahan kadar hemoglobin sebelum dan sesudah konsumsi teh daun kelor (*Moringa oleifera*)[14]. Rancangan ini melibatkan satu kelompok responden yang diukur kadar hemoglobinnnya sebelum intervensi (pretest) dan setelah intervensi (posttest). Karena penelitian tidak menggunakan kelompok kontrol dan tidak dilakukan randomisasi, hasil penelitian diinterpretasikan sebagai perubahan kadar hemoglobin yang terjadi selama periode penelitian dan tidak digunakan untuk menyimpulkan hubungan sebab-akibat secara langsung. Pelaporan penelitian nonrandomisasi perlu memberikan informasi yang transparan mengenai desain, intervensi, metode pengukuran, serta potensi bias sesuai prinsip Transparent Reporting of Evaluations with Nonrandomized Designs (TREND)[15].

Penelitian dilaksanakan di SMP Baitul Makmur Bangsalsari, Kabupaten Jember, pada 24 April sampai 15 Mei 2026. Periode penelitian mencakup pengukuran kadar hemoglobin sebelum intervensi, pemberian teh daun kelor selama 21 hari, pemantauan konsumsi, dan pengukuran kadar hemoglobin setelah intervensi.

2.2. Populasi dan Sampel

Populasi penelitian terdiri atas seluruh siswi kelas VII dan VIII yang telah mengalami menarke di SMP Baitul Makmur Bangsalsari, Kabupaten Jember, sebanyak 20 orang. Karena seluruh anggota populasi yang memenuhi kriteria penelitian diikutsertakan, teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah total sampling, sehingga jumlah responden penelitian sebanyak 20 remaja putri[16].

Kriteria inklusi meliputi remaja putri berusia 13–14 tahun, telah mengalami menarke, bersedia mengikuti penelitian, memperoleh persetujuan dari orang tua atau wali, serta tidak sedang mengonsumsi tablet tambah darah, suplemen zat besi, atau vitamin yang berpotensi memengaruhi kadar hemoglobin. Kriteria eksklusi meliputi riwayat penyakit hematologi, penyakit kronis, alergi terhadap produk berbahan dasar daun kelor, atau tidak mengikuti seluruh rangkaian penelitian sampai selesai.

2.3. Persetujuan Etik dan Informed Consent

Penelitian ini telah memperoleh persetujuan etik dari Komite Etik Penelitian Kesehatan Institut Teknologi Sains dan Kesehatan RS dr. Soepraoen Malang dengan Nomor B/S1Keb/299/VI/2026. Sebelum penelitian dimulai, seluruh responden beserta orang tua atau wali memperoleh penjelasan mengenai tujuan, prosedur, manfaat, potensi risiko, serta hak responden selama penelitian. Kesediaan mengikuti penelitian dinyatakan melalui penandatanganan lembar informed consent.

2.4. Intervensi Teh Daun Kelor

Intervensi berupa konsumsi teh daun kelor (*Moringa oleifera*) yang berasal dari daun kelor kering dengan takaran sekitar ± 2 gram untuk setiap kali pemberian. Bahan intervensi disiapkan dalam bentuk teh daun kelor kering dan diberikan dengan dosis yang sama selama periode penelitian. Setiap dosis diseduh menggunakan 200 ml air panas dan dikonsumsi dua kali sehari, yaitu pada pagi dan sore hari setelah makan, selama 21 hari berturut-turut. Prosedur tersebut merupakan protokol intervensi yang digunakan dalam penelitian.

Untuk meningkatkan keterulangan intervensi, dosis bahan, volume air, frekuensi pemberian, waktu konsumsi, dan durasi intervensi dibuat konsisten pada seluruh responden. Pelaporan intervensi disusun dengan mengacu pada prinsip Template for Intervention Description and Replication (TIDieR), yang menekankan pentingnya menjelaskan bahan, prosedur, cara pemberian, waktu, dosis, durasi, serta pemantauan pelaksanaan intervensi agar dapat direplikasi[17].

Dalam penelitian ini, informasi mengenai asal bahan baku daun kelor, metode dan lama pengeringan, suhu air, lama penyeduhan, serta alat yang digunakan untuk menimbang bahan tidak terdokumentasi secara rinci dalam protokol penelitian. Oleh karena itu, aspek tersebut tidak digunakan sebagai dasar

untuk mengklaim standarisasi penuh bahan intervensi dan dipertimbangkan sebagai keterbatasan penelitian.

2.5. Pemantauan Kepatuhan Intervensi

Kepatuhan konsumsi teh daun kelor dipantau menggunakan lembar kontrol harian (daily checklist) yang diisi oleh responden dan diverifikasi oleh orang tua atau wali. Pada hari efektif sekolah, guru wali kelas turut membantu melakukan pemantauan, sedangkan peneliti melakukan evaluasi mingguan terhadap lembar kontrol untuk memantau pelaksanaan konsumsi sesuai dengan jadwal intervensi.

Intervensi direncanakan diberikan dua kali sehari selama 21 hari kepada 20 responden, sehingga jumlah dosis yang direncanakan adalah 840 dosis. Secara metodologis, tingkat kepatuhan dihitung berdasarkan proporsi dosis yang benar-benar dikonsumsi terhadap seluruh dosis yang direncanakan, dengan rumus:

$$\text{Kepatuhan (\%)} = (\text{Jumlah dosis yang dikonsumsi} / \text{Jumlah dosis yang direncanakan}) \times 100\%$$

Seluruh 20 responden mengikuti pengukuran pretest dan posttest sehingga tidak terdapat kehilangan responden (*loss to follow-up*) dalam penelitian. Namun, data rekapitulasi jumlah dosis yang benar-benar dikonsumsi berdasarkan *daily checklist* tidak tersedia dalam dokumentasi penelitian yang dianalisis. Oleh karena itu, persentase kepatuhan konsumsi aktual tidak dihitung dan tidak diasumsikan sebagai 100%. Kondisi ini menjadi keterbatasan penelitian karena tingkat kepatuhan aktual terhadap konsumsi teh daun kelor selama 21 hari tidak dapat diverifikasi secara kuantitatif..

2.6. Pengukuran Kadar Hemoglobin

Pengukuran kadar hemoglobin dilakukan sebelum intervensi (*pretest*) pada tanggal 24 April 2026 dan setelah intervensi (*posttest*) pada tanggal 15 Mei 2026 menggunakan Nesco MultiChek2 Hemoglobin Meter berbasis *Point of Care Testing* (POCT). Seluruh pemeriksaan dilakukan oleh peneliti menggunakan prosedur yang sama untuk meminimalkan variasi pengukuran. Pemeriksaan dilakukan pada pagi hari pukul 07.00–09.00 WIB ketika responden tidak sedang mengalami menstruasi aktif. Sebelum digunakan, kondisi alat, baterai, serta test strip dipastikan masih layak pakai dan belum melewati masa kedaluwarsa.

Penggunaan pengukuran hemoglobin sebagai outcome penelitian sejalan dengan pedoman WHO tahun 2024 yang menekankan pentingnya metode pengukuran hemoglobin yang sesuai untuk penilaian anemia pada individu dan populasi[18]. Untuk menjaga konsistensi, pengukuran pretest dan posttest dilakukan menggunakan perangkat dan prosedur pengukuran yang sama.

2.7. Pengendalian Faktor Perancu

Untuk meminimalkan pengaruh faktor perancu, seluruh responden diinstruksikan untuk tidak mengonsumsi tablet tambah darah, suplemen zat besi, multivitamin, maupun produk herbal lain selama penelitian berlangsung. Responden juga diminta mempertahankan pola makan dan aktivitas fisik sehari-hari selama periode intervensi. Namun, penelitian ini tidak melakukan pengukuran kuantitatif terhadap pola konsumsi makanan maupun aktivitas fisik sehingga kemungkinan adanya faktor perancu residual tetap perlu dipertimbangkan dalam interpretasi hasil.

Status besi responden juga tidak diukur menggunakan biomarker seperti ferritin serum, saturasi transferin, atau C-reactive protein (CRP). Oleh karena itu, perubahan kadar hemoglobin tidak dapat sepenuhnya diatribusikan kepada konsumsi teh daun kelor. Keterbatasan tersebut perlu dipertimbangkan karena kadar hemoglobin dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor selain intervensi yang diberikan. Kondisi menstruasi diperhatikan pada waktu pengukuran dengan melakukan pemeriksaan ketika responden tidak sedang mengalami menstruasi aktif.

2.8. Analisis Data

Analisis statistik dilakukan menggunakan IBM SPSS Statistics versi 25. Analisis univariat digunakan untuk mendeskripsikan karakteristik responden dan distribusi kadar hemoglobin sebelum serta sesudah intervensi[19]. Karena kadar hemoglobin diukur pada responden yang sama sebelum dan sesudah intervensi, analisis perubahan dilakukan menggunakan data berpasangan.

Uji normalitas dilakukan terhadap difference score, yaitu selisih antara kadar hemoglobin setelah intervensi (*posttest*) dan sebelum intervensi (*pretest*). Uji normalitas menggunakan Shapiro-Wilk karena jumlah responden kurang dari 50. Hasil uji menunjukkan bahwa difference score berdistribusi normal ($W = 0,953$; $df = 20$; $p = 0,414$). Karena nilai $p > 0,05$, tidak terdapat bukti yang cukup untuk menyatakan bahwa distribusi difference score menyimpang dari normalitas.

Berdasarkan hasil uji normalitas tersebut, perubahan kadar hemoglobin dianalisis menggunakan Paired-Samples t-test dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$. Analisis ini digunakan untuk menguji perbedaan rata-rata kadar hemoglobin sebelum dan sesudah intervensi pada responden yang sama. Hasil

analisis dilaporkan dalam bentuk rata-rata, standar deviasi, perbedaan rata-rata, interval kepercayaan 95%, nilai t, derajat kebebasan (df), dan p-value.

Ukuran efek dihitung menggunakan Cohen's d untuk data berpasangan guna menggambarkan besarnya perubahan kadar hemoglobin, selain hanya melaporkan signifikansi statistik. Hasil analisis menunjukkan nilai $t(19) = -7,552$ dengan $p < 0,001$ dan Cohen's $d = 1,69$.

Mengingat penelitian menggunakan desain one-group pretest–posttest tanpa kelompok kontrol, hasil uji statistik digunakan untuk menunjukkan adanya perbedaan kadar hemoglobin antara pengukuran sebelum dan sesudah periode intervensi. Hasil tersebut tidak digunakan sebagai bukti hubungan sebab-akibat atau efektivitas kausal teh daun kelor karena kemungkinan adanya faktor perancu dan perubahan lain selama periode penelitian tetap tidak dapat sepenuhnya dikesampingkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengujian atas Kadar Hemoglobin Sebelum dan Sesudah Intervensi

Seluruh 20 responden menyelesaikan rangkaian pengukuran penelitian, sehingga data pretest dan posttest tersedia untuk seluruh responden. Intervensi direncanakan diberikan sebanyak 840 dosis selama 21 hari, yaitu dua dosis per hari untuk masing-masing responden. Pemantauan konsumsi dilakukan menggunakan *daily checklist* yang diverifikasi oleh orang tua atau wali dan dipantau oleh guru serta peneliti. Namun, rekapitulasi jumlah dosis yang benar-benar dikonsumsi tidak tersedia dalam dokumentasi penelitian, sehingga persentase kepatuhan aktual tidak dapat dihitung secara kuantitatif. Oleh karena itu, penelitian ini tidak mengklaim tingkat kepatuhan tertentu dan temuan mengenai perubahan kadar hemoglobin diinterpretasikan dengan mempertimbangkan keterbatasan tersebut.

3.1.1 Karakteristik Kadar Hemoglobin Sebelum dan Sesudah Intervensi

Tabel 1. Karakteristik Deskriptif Kadar HB Responden

Variabel	Mean $\pm$ SD (g/dL)	Median	Minimum–Maksimum (g/dL)
Sebelum intervensi	11,87 $\pm$ 0,765	11,60	10,90–13,40
Sesudah intervensi	12,78 $\pm$ 0,619	12,90	11,20–13,90

Keterangan: Rata-rata kadar hemoglobin meningkat sebesar 0,91 g/dL atau 7,67% setelah pemberian teh daun kelor selama 21 hari.

Hasil menunjukkan bahwa rata-rata kadar hemoglobin meningkat dari 11,87 $\pm$ 0,77 g/dL sebelum intervensi menjadi 12,78 $\pm$ 0,62 g/dL setelah intervensi. Nilai median meningkat dari 11,60 g/dL menjadi 12,90 g/dL. Berdasarkan data individual, 19 dari 20 responden mengalami peningkatan kadar hemoglobin, sedangkan 1 responden mengalami penurunan sebesar 0,20 g/dL..

3.1.2 Uji Normalitas *Difference Score*

Uji normalitas dilakukan terhadap *difference score*, yaitu selisih kadar hemoglobin sesudah intervensi dengan kadar hemoglobin sebelum intervensi. Pendekatan ini digunakan karena analisis yang dilakukan merupakan analisis data berpasangan, sehingga asumsi normalitas yang relevan untuk *Paired-Samples t-test* adalah distribusi skor perbedaan, bukan distribusi pretest dan posttest secara terpisah[20].

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas Difference Score dengan Shapiro–Wilk

Variabel	Statistik	df	p-value	Keterangan
<i>Difference</i> (<i>Sesudah</i> – <i>Sebelum</i>)	0,953	20	0,414	Normal

Hasil uji Shapiro–Wilk menunjukkan bahwa *difference score* berdistribusi normal ($W = 0,953$; $df = 20$; $p = 0,414$). Karena nilai $p > 0,05$, tidak terdapat bukti yang cukup untuk menyatakan bahwa distribusi skor perbedaan menyimpang dari distribusi normal. Oleh karena itu, analisis perubahan kadar hemoglobin dilanjutkan menggunakan Paired-Samples t-test..

3.1.3 Analisis Perubahan Kadar Hemoglobin

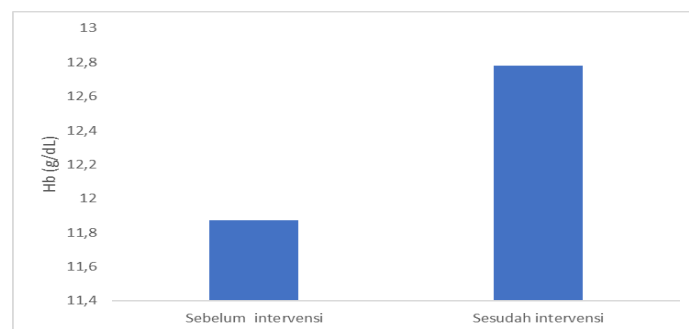
Hasil pengujian Normalitas *Difference Score* menunjukkan bahwa skor selisih berdistribusi normal, sehingga peneliti menggunakan *Paired-Samples t-test* untuk menguji perbedaan kadar hemoglobin sebelum dan sesudah intervensi.

Tabel 3. Hasil Paired-Samples t-test

Parameter	Hasil
Mean sebelum intervensi	11,87 g/dL
Mean Sesudah intervensi	12,78 g/dL
Mean difference (Sebelum – Sesudah)	-0,91 g/dL
SD difference	0,539 g/dL
95% CI	-1,162 sampai -0,658 g/dL
t	-7,552
df	19
p-value (2-tailed)	<0,001
Cohen's d	1,69

Hasil *Paired-Samples t-test* menunjukkan adanya perbedaan kadar hemoglobin yang sangat signifikan antara sebelum dan sesudah periode intervensi, $t(19) = -7,552$, $p < 0,001$. Rata-rata kadar hemoglobin meningkat sebesar 0,91 g/dL, dari 11,87 g/dL menjadi 12,78 g/dL.

Nilai Cohen's d sebesar 1,69 menunjukkan besarnya perubahan yang tergolong besar. Dengan demikian, selain signifikan secara statistik, perubahan kadar hemoglobin yang diamati dalam sampel penelitian juga memiliki besaran efek yang kuat. Namun, hasil tersebut harus diinterpretasikan sebagai perubahan kadar hemoglobin sebelum dan sesudah periode intervensi, bukan sebagai bukti bahwa perubahan tersebut secara kausal disebabkan oleh konsumsi teh daun kelor. Hal ini karena penelitian tidak menggunakan kelompok kontrol dan tidak melakukan randomisasi.



Gambar 1. Grafik batang rata-rata kadar hemoglobin sebelum dan sesudah intervensi.

3.2. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan kadar hemoglobin setelah responden mengonsumsi teh daun kelor (*Moringa oleifera*) selama 21 hari. Rata-rata kadar hemoglobin meningkat dari $11,87 \pm 0,765$ g/dL sebelum intervensi menjadi $12,78 \pm 0,619$ g/dL setelah intervensi, dengan peningkatan rata-rata sebesar 0,91 g/dL. Secara individual, 19 dari 20 responden mengalami peningkatan kadar hemoglobin, sedangkan satu responden mengalami penurunan sebesar 0,20 g/dL. Hasil *Paired-Samples t-test* menunjukkan bahwa perbedaan tersebut signifikan secara statistik, $t(19) = -7,552$; $p < 0,001$.

Besarnya perubahan juga ditunjukkan oleh nilai Cohen's d sebesar 1,69 yang termasuk dalam kategori effect size besar. Temuan tersebut menunjukkan bahwa perubahan kadar hemoglobin pada kelompok penelitian memiliki perbedaan yang cukup besar antara kondisi sebelum dan sesudah periode intervensi. Namun, effect size dalam penelitian ini menggambarkan besarnya perbedaan pada kelompok yang diamati dan tidak dapat diinterpretasikan sebagai bukti efektivitas kausal teh daun kelor karena penelitian tidak menggunakan kelompok kontrol dan randomisasi.

Hasil penelitian ini memiliki kesesuaian dengan bukti empiris mengenai potensi *Moringa oleifera* terhadap kadar hemoglobin. Kandinata et al. (2023) melalui systematic review terhadap penelitian quasi-experimental dan randomized controlled trial melaporkan bahwa pemberian daun kelor dalam bentuk

serbuk atau ekstrak pada beberapa kelompok, termasuk perempuan usia produktif dan remaja perempuan, menunjukkan peningkatan kadar hemoglobin dengan rentang 0,3–2,6 g/dL pada periode pemberian 2 minggu hingga 6 bulan[12]. Temuan tersebut memberikan dasar bahwa penggunaan daun kelor memiliki potensi dalam mendukung perbaikan kadar hemoglobin, meskipun bentuk sediaan, dosis, karakteristik responden, dan durasi intervensi dalam penelitian terdahulu berbeda dengan penelitian ini.

Perbedaan hasil antarpelitian perlu diperhatikan karena *Moringa oleifera* dapat diberikan dalam berbagai bentuk, seperti serbuk, ekstrak, maupun produk pangan. Kandinata et al. (2023) menunjukkan bahwa bukti yang tersedia berasal dari beberapa desain penelitian dan kelompok populasi yang berbeda, sehingga hasil tersebut tidak dapat secara langsung disamakan dengan pemberian teh daun kelor pada remaja putri dalam penelitian ini[12]. Dengan demikian, peningkatan sebesar 0,91 g/dL dalam penelitian ini merupakan temuan yang mendukung potensi manfaat daun kelor, tetapi belum cukup untuk menentukan besarnya efek spesifik teh daun kelor dibandingkan intervensi atau kondisi lainnya.

Secara nutrisi, daun *Moringa oleifera* diketahui memiliki berbagai komponen nutrisi dan senyawa bioaktif. Su et al. (2023) dalam kajian komprehensif mengenai *Moringa oleifera* menjelaskan bahwa tanaman ini memiliki berbagai komponen aktif dan aktivitas biologis yang menjadi dasar pemanfaatannya dalam bidang pangan dan kesehatan. Kajian mengenai daun kelor sebagai bahan pangan juga menunjukkan bahwa daun kelor memiliki komposisi nutrisi dan komponen fitokimia yang beragam [21].

Dalam konteks anemia, hubungan antara nutrisi dan kadar hemoglobin perlu dipahami secara hati-hati. Zat besi merupakan komponen penting dalam pembentukan hemoglobin, tetapi anemia tidak selalu disebabkan oleh defisiensi besi. WHO (2023) menegaskan bahwa anemia merupakan kondisi yang kompleks dengan berbagai penyebab, termasuk defisiensi zat gizi lainnya, infeksi, inflamasi, kondisi ginekologis dan obstetri, serta kelainan sel darah yang diturunkan. Oleh karena itu, perubahan kadar hemoglobin tidak dapat secara otomatis dianggap sebagai indikator bahwa status besi seseorang telah membaik[4].

Kondisi tersebut menjadi penting dalam penelitian pada remaja putri karena kelompok ini berada pada periode pertumbuhan dan mengalami kehilangan darah akibat menstruasi. WHO menempatkan perempuan dan remaja perempuan yang mengalami menstruasi sebagai salah satu kelompok yang perlu mendapatkan perhatian dalam upaya pencegahan dan pengendalian anemia[4]. Dalam penelitian ini, kondisi menstruasi diperhatikan dengan melakukan pengukuran ketika responden tidak sedang mengalami menstruasi aktif, sehingga variasi kadar hemoglobin yang berkaitan dengan kondisi menstruasi pada saat pengukuran dapat diminimalkan.

Peningkatan kadar hemoglobin yang diamati pada 19 dari 20 responden menunjukkan bahwa respons terhadap periode intervensi cenderung mengarah pada peningkatan. Namun, adanya satu responden yang mengalami penurunan menunjukkan bahwa respons individual tidak sepenuhnya seragam. Variasi tersebut dapat berkaitan dengan berbagai faktor yang tidak seluruhnya diukur dalam penelitian, seperti asupan makanan, status zat besi, kondisi kesehatan, infeksi, inflamasi, maupun faktor menstruasi. WHO (2023) menekankan bahwa kompleksitas penyebab anemia menyebabkan pendekatan terhadap anemia tidak dapat hanya berfokus pada satu faktor atau satu intervensi[4].

Penelitian ini telah melakukan beberapa upaya untuk meminimalkan faktor perancu, antara lain dengan meminta responden tidak mengonsumsi tablet tambah darah, suplemen zat besi, multivitamin, maupun produk herbal lain selama penelitian serta mempertahankan pola makan dan aktivitas sehari-hari. Pengukuran kadar hemoglobin juga dilakukan menggunakan perangkat dan prosedur yang sama pada saat pretest dan posttest. Meskipun demikian, penelitian tidak melakukan pengukuran kuantitatif terhadap asupan makanan dan aktivitas fisik serta tidak mengukur biomarker status besi seperti ferritin serum, saturasi transferin, atau C-reactive protein (CRP). Oleh karena itu, kemungkinan adanya faktor perancu residual tetap perlu dipertimbangkan.

Penggunaan kadar hemoglobin sebagai outcome penelitian sesuai dengan pedoman WHO (2024), yang memberikan rekomendasi berbasis bukti mengenai penggunaan konsentrasi hemoglobin untuk menilai anemia serta pendekatan pengukurannya pada individu dan populasi. Pedoman tersebut juga menekankan pentingnya pengukuran hemoglobin yang tepat dalam penilaian anemia[18]. Dengan demikian, perubahan kadar hemoglobin dalam penelitian ini dapat digunakan untuk menggambarkan perubahan status hematologis selama periode penelitian, tetapi tidak dapat digunakan untuk menjelaskan seluruh mekanisme atau penyebab perubahan tersebut.

Kepatuhan terhadap intervensi merupakan aspek penting dalam menginterpretasikan perubahan kadar hemoglobin yang diamati dalam penelitian ini. Konsumsi teh daun kelor dipantau menggunakan *daily checklist* yang diisi oleh responden dan diverifikasi oleh orang tua atau wali, dengan pemantauan tambahan oleh guru wali kelas pada hari efektif sekolah serta evaluasi mingguan oleh peneliti. Protokol intervensi direncanakan sebanyak dua kali konsumsi per hari selama 21 hari pada 20 responden, sehingga

total dosis yang direncanakan adalah 840 dosis. Namun, rekapitulasi jumlah dosis yang benar-benar dikonsumsi berdasarkan daily checklist tidak tersedia dalam dokumentasi penelitian. Oleh karena itu, persentase kepatuhan aktual tidak dapat dihitung dan tidak diasumsikan sebesar 100%. Kondisi ini perlu dinyatakan sebagai keterbatasan karena penyelesaian seluruh rangkaian pengukuran pada 20 responden tidak secara otomatis menunjukkan bahwa seluruh dosis intervensi telah dikonsumsi.

Ketiadaan data kepatuhan kuantitatif juga menyebabkan penelitian ini belum dapat mengevaluasi apakah besarnya perubahan kadar hemoglobin berkaitan dengan tingkat konsumsi teh daun kelor selama periode intervensi. Dengan demikian, peningkatan rata-rata sebesar 0,91 g/dL dan nilai Cohen's d sebesar 1,69 harus dipahami sebagai perubahan yang diamati pada kelompok penelitian selama periode 21 hari, bukan sebagai estimasi efek berdasarkan tingkat kepatuhan atau hubungan dosis-respons. Keterbatasan ini juga memperkuat perlunya penelitian selanjutnya untuk mendokumentasikan jumlah dosis yang dikonsumsi secara individual dan menghitung tingkat kepatuhan secara kuantitatif.

Keterbatasan utama penelitian ini adalah penggunaan desain one-group pretest–posttest tanpa kelompok kontrol dan tanpa randomisasi. Desain tersebut memungkinkan peneliti membandingkan kadar hemoglobin responden yang sama sebelum dan sesudah periode penelitian, tetapi tidak memungkinkan pemisahan secara kuat antara perubahan yang berkaitan dengan intervensi dan perubahan yang mungkin terjadi karena faktor lain selama periode 21 hari. Oleh sebab itu, hasil $t(19) = -7,552$; $p < 0,001$ menunjukkan adanya perbedaan kadar hemoglobin sebelum dan sesudah periode penelitian, tetapi tidak dapat ditafsirkan sebagai bukti hubungan sebab-akibat.

Keterbatasan tersebut semakin penting karena anemia merupakan kondisi multifaktorial. WHO (2023) menyatakan bahwa strategi pengendalian anemia perlu mempertimbangkan berbagai penyebab dan faktor risiko, bukan hanya defisiensi zat besi [4]. Dengan demikian, meskipun peningkatan kadar hemoglobin yang diamati cukup besar, penelitian ini belum dapat memastikan kontribusi spesifik teh daun kelor terhadap perubahan tersebut.

Selain keterbatasan desain, jumlah responden yang hanya 20 orang dan berasal dari satu sekolah juga membatasi generalisasi hasil. Temuan penelitian lebih tepat diposisikan sebagai bukti awal pada kelompok remaja putri yang diteliti. Penelitian berikutnya perlu menggunakan jumlah sampel yang lebih besar, kelompok kontrol, dan randomisasi. Pengukuran ferritin, CRP, asupan zat besi, serta faktor diet lainnya juga dapat dilakukan untuk memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai mekanisme perubahan kadar hemoglobin.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat peningkatan kadar hemoglobin yang signifikan secara statistik setelah konsumsi teh daun kelor selama 21 hari, dengan peningkatan rata-rata sebesar 0,91 g/dL dan effect size besar (Cohen's $d = 1,69$). Hasil tersebut sejalan dengan bukti sebelumnya yang menunjukkan adanya potensi *Moringa oleifera* dalam mendukung peningkatan kadar hemoglobin [12]. Namun, karena penelitian ini tidak menggunakan kelompok kontrol dan randomisasi, temuan tersebut belum dapat digunakan untuk menyimpulkan efektivitas kausal teh daun kelor. Hasil penelitian lebih tepat diinterpretasikan sebagai adanya perubahan kadar hemoglobin yang signifikan selama periode penelitian setelah konsumsi teh daun kelor.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat peningkatan kadar hemoglobin pada remaja putri setelah konsumsi teh daun kelor (*Moringa oleifera*) selama 21 hari. Rata-rata kadar hemoglobin meningkat dari $11,87 \pm 0,765$ g/dL sebelum intervensi menjadi $12,78 \pm 0,619$ g/dL setelah intervensi, dengan peningkatan rata-rata sebesar 0,91 g/dL. Secara individual, 19 dari 20 responden mengalami peningkatan kadar hemoglobin, sedangkan satu responden mengalami penurunan.

Hasil Paired-Samples t-test menunjukkan adanya perbedaan kadar hemoglobin yang signifikan secara statistik antara sebelum dan sesudah periode intervensi, dengan nilai $t(19) = -7,552$ dan $p < 0,001$. Besarnya perubahan juga menunjukkan effect size yang besar berdasarkan nilai Cohen's $d = 1,69$.

Dengan demikian, konsumsi teh daun kelor selama periode penelitian diikuti oleh peningkatan kadar hemoglobin pada responden yang diteliti. Namun, hasil penelitian ini tidak dapat diinterpretasikan sebagai bukti efektivitas kausal teh daun kelor karena penelitian menggunakan desain one-group pretest–posttest tanpa kelompok kontrol dan randomisasi. Perubahan kadar hemoglobin dapat dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak sepenuhnya dikendalikan atau diukur dalam penelitian.

Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan jumlah sampel yang lebih besar, kelompok kontrol, dan randomisasi untuk memperoleh bukti kausal yang lebih kuat. Pengukuran status zat besi menggunakan biomarker seperti ferritin serta pengendalian dan pengukuran asupan zat besi juga

disarankan untuk memperjelas hubungan antara konsumsi teh daun kelor dan perubahan kadar hemoglobin.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Kepala SMP Baitul Makmur Bangsalsari Jember beserta seluruh guru, staf, orang tua/wali, dan siswi yang telah memberikan izin, dukungan, serta berpartisipasi aktif selama pelaksanaan penelitian. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Institut Teknologi Sains dan Kesehatan RS dr. Soepraoen Malang atas dukungan akademik serta Komite Etik Penelitian Kesehatan yang telah memberikan persetujuan etik sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

AI STATEMENT

During the preparation of this manuscript, the authors used ChatGPT (OpenAI) solely to assist with language editing, translation, and improvement of manuscript clarity. The authors reviewed and verified all AI-assisted outputs and remain fully responsible for the accuracy, originality, integrity, statistical analysis, interpretation of results, and scientific conclusions presented in this manuscript.

REFERENCES

- [1] WHO, *Haemoglobin concentrations for the diagnosis of anaemia and assessment of severity*. Geneva: World Health Organization, 2021.
- [2] Linda Julianti, Alexander Halim Santoso, Farell Christian Gunaidi, Harfi Rif'ani Apriansyah, dan Ayunda Vidya Karmelia Br Harahap, "Upaya Pencegahan Anemia pada Populasi Dewasa melalui Penapisan Kadar Hemoglobin dan Hematokrit di Wilayah Kelurahan Grogol," *JPMI*, vol. 4, no. 2, hlm. 125–132, Jun 2025, doi: 10.55606/jpmi.v4i2.5189.
- [3] I. Indryani, M. Mustar, H. Hasnidar, P. Pattola, dan S. Sulfianti, "Giving dates to young women for the prevention of anemia," *Abdimas Polsaka*, vol. 4, no. 2, hlm. 165–171, Agu 2025, doi: 10.35816/abdimaspolsaka.v4i2.109.
- [4] WHO, *Accelerating Anaemia Reduction: A Comprehensive Framework for Action*. Geneva: World Health Organization, 2023. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240074033>
- [5] Kemenkes RI, *Survei Kesehatan Indonesia (SKI) 2023 Dalam Angka*. Jakarta: Badan Kebijakan Pembangunan Kesehatan (BKPK), Kementerian Kesehatan RI, 2024.
- [6] S. Simatupang dan S. H. Widiyarti, "Efektifitas Pemberian Tablet Tambah Darah terhadap Anemia Remaja di SMPN 1 Parongpong," *MAHESA: Malahayati Health Student Journal*, vol. 4, no. 4, hlm. 1567–1576, 2024, doi: 10.33024/mahesa.v4i4.14273.
- [7] N. N. Wirawan, U. Fahmida, R. C. Purwestri, I. S. Timan, dan B. Hegar, "Development of Food Multi-Mix Using a Linear Programming Approach to Fill the Nutrient Gap of Amino Acids and Micronutrients for Stunted Non-Wasted Children," *Foods*, vol. 12, no. 1, hlm. 64, Des 2022, doi: 10.3390/foods12010064.
- [8] M. W. Hapsari, G. V. Parameswari, dan M. P. Novianingrum, "POTENTIAL IRON AND VITAMIN C FROM MORINGA LEAVES AS A FOOD PRODUCT TO OVERCOME ANEMIA: SYSTEMATIC REVIEW," *STMJ*, vol. 5, no. 1, hlm. 67–71, Jan 2025, doi: 10.53416/stmj.v5i1.343.
- [9] X. Pan, M. Köberle, dan M. Ghashghaeinia, "Vitamin C-Dependent Uptake of Non-Heme Iron by Enterocytes, Its Impact on Erythropoiesis and Redox Capacity of Human Erythrocytes," *Antioxidants*, vol. 13, no. 8, hlm. 968, Agu 2024, doi: 10.3390/antiox13080968.
- [10] M. Louisa, C. G. H. Patintingan, dan B. W. K. Wardhani, "Moringa Oleifera Lam. in Cardiometabolic Disorders: A Systematic Review of Recent Studies and Possible Mechanism of Actions," *Front. Pharmacol.*, vol. 13, hlm. 792794, Mar 2022, doi: 10.3389/fphar.2022.792794.
- [11] S. Brar *dkk.*, "The impact of *Moringa oleifera* leaf supplementation on human and animal nutrition, growth, and milk production: A systematic review," *Phytotherapy Research*, vol. 36, no. 4, hlm. 1600–1615, Apr 2022, doi: 10.1002/ptr.7415.
- [12] Y. Kandinata, N. I. E. Jayani, K. Budipramana, dan F. Herawati, "Moringa oleifera L. Sebagai Suplemen untuk Anemia Defisiensi Besi: Systematic Review," *JPSCR: Journal of Pharmaceutical Science and Clinical Research*, vol. 8, no. 2, hlm. 165–178, 2023, doi: 10.20961/jpscr.v8i2.59021.

- [13] B. T. Carolin, S. Novelia, dan S. M. Fatiha, “HUBUNGAN ANTARA KADAR HEMOGLOBIN DAN STATUS GIZI DENGAN GANGGUAN SIKLUS MENSTRUASI PADA SISWI,” *jkab*, vol. 14, no. 1, hlm. 50–57, Mar 2025, doi: 10.55045/jkab.v14i1.218.
- [14] P. M. Steiner, W. R. Shadish, dan K. J. Sullivan, “Frameworks for Causal Inference in Psychological Science,” dalam *APA Handbook of Research Methods in Psychology: Foundations, Planning, Measures, and Psychometrics*, 2 ed., H. Cooper, M. N. Coutanche, L. M. McMullen, A. T. Panter, D. Rindskopf, dan S. K. Sher, Ed., American Psychological Association, 2023, hlm. 23–56.
- [15] D. C. Des Jarlais, C. Lyles, N. Crepaz, dan the TREND Group, “Improving the Reporting Quality of Nonrandomized Evaluations of Behavioral and Public Health Interventions: The TREND Statement,” *Am J Public Health*, vol. 94, no. 3, hlm. 361–366, Mar 2004, doi: 10.2105/AJPH.94.3.361.
- [16] D. F. Polit dan C. T. Beck, *Nursing Research: Generating and Assessing Evidence for Nursing Practice*, 11 ed. Wolters Kluwer, 2021.
- [17] T. C. Hoffmann dkk., “Better reporting of interventions: template for intervention description and replication (TIDieR) checklist and guide,” *BMJ*, vol. 348, no. mar07 3, hlm. g1687–g1687, Mar 2014, doi: 10.1136/bmj.g1687.
- [18] WHO, *Guideline on haemoglobin cutoffs to define anaemia in individuals and populations*. Geneva: World Health Organization, 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240088542>
- [19] S. Sumiati dan V. I. Yanti, “The effect of the Aksi Bergizi program on hemoglobin levels in adolescent girls at a junior high school,” *Healthc Low-resour S*, Des 2024, doi: 10.4081/hls.2024.13144.
- [20] N. Jaya dkk., “Pengaruh Hemodialisa Terhadap Nilai Hemoglobin dan Kreatinin Pada Pasien Penyakit Ginjal Kronik Di Unit Hemodialisa RSUD Undata,” *J. Altifani Penelit. Pengabd. k. Masy.*, vol. 5, no. 6, hlm. 1383–1393, Nov 2025, doi: 10.59395/altifani.v5i6.962.
- [21] X. Su dkk., “*Moringa oleifera* Lam.: a comprehensive review on active components, health benefits and application,” *RSC Adv.*, vol. 13, no. 35, hlm. 24353–24384, 2023, doi: 10.1039/D3RA03584K.