

The Effect Of *Moringa oleifera* L. Leaf Extract On Erythrocyte Count, Hemoglobin, And Hematocrit In White Rats (*Rattus norvegicus*) With Hiperlipidemia

[Pengaruh Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) Terhadap Jumlah Eritrosit, Hemoglobin, Hematokrit Pada Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) Dengan Kondisi Hiperlipidemia]

Esis Eriesa¹⁾, Puspitasari¹⁾ *

¹⁾Program Studi Teknologi Laboratorium Medis, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: puspitasari@umsida.ac.id

Abstract. Hyperlipidemia is a metabolic disorder characterized by elevated lipid levels in the blood and can increase oxidative stress, leading to red blood cell damage and affecting hematological parameters such as erythrocytes, hemoglobin, and hematocrit. This study aimed to determine the effect of Moringa leaf extract (*Moringa oleifera* L.) on erythrocyte count, hemoglobin level, and hematocrit value in hyperlipidemic white rats. This experimental study employed a pretest-posttest control group design using 24 male hyperlipidemic rats divided into six groups: a negative control group, a positive control group 1 receiving simvastatin at 0.9 mg/kg body weight, a positive control group 2 receiving 0.5% Na-CMC, and three treatment groups receiving Moringa leaf extract at doses of 500 mg/kg body weight, 750 mg/kg body weight, and 1000 mg/kg body weight. The study was conducted from April to May 2026. Erythrocyte count, hemoglobin level, and hematocrit value were measured before and after treatment using a Hematology Analyzer. Two-Way ANOVA analysis showed no significant effect of *Moringa oleifera* L. leaf extract on erythrocyte count ($p = 0.189$), hemoglobin level ($p = 0.287$), or hematocrit value ($p = 0.386$). It can be concluded that moringa leaf extract at doses of 500 mg/kg body weight, 750 mg/kg body weight, and 1000 mg/kg body weight has not been shown to have a significant effect on red blood cell count, hemoglobin levels, and hematocrit values in white rats with hyperlipidemia.

Keywords - *Moringa oleifera* leaf extract; hyperlipidemia; erythrocytes; hemoglobin; hematocrit

Abstrak. Hiperlipidemia merupakan gangguan metabolisme yang ditandai dengan tingginya kadar lemak dalam darah dan dapat meningkatkan stres oksidatif sehingga menyebabkan kerusakan sel darah merah serta memengaruhi parameter hematologi seperti eritrosit, hemoglobin, dan hematokrit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) terhadap jumlah eritrosit, kadar hemoglobin, dan hematokrit pada tikus putih yang mengalami hiperlipidemia. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan desain pretest-posttest control group design pada 24 ekor tikus jantan dengan hiperlipidemia yang dibagi menjadi enam kelompok, yaitu kontrol negatif, kontrol positif 1 (simvastatin) 0,9mg/kgBB, kontrol positif 2 (Na-CMC 0,5%), serta tiga kelompok perlakuan yang diberikan ekstrak daun kelor dosis 500mg/kgBB, 750mg/kgBB, dan 1000mg/kgBB. Penelitian ini dilakukan pada bulan April-Mei 2026. Pemeriksaan eritrosit, hemoglobin, dan hematokrit dilakukan sebelum dan sesudah perlakuan menggunakan Hematology Analyzer. Hasil uji Two-Way ANOVA menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh signifikan pemberian ekstrak daun kelor terhadap jumlah eritrosit ($p=0,189$), kadar hemoglobin ($p=0,287$), dan nilai hematokrit ($p=0,386$). Dapat disimpulkan bahwa ekstrak daun kelor dengan dosis 500mg/kgBB, 750mg/kgBB, 1000mg/kgBB belum terbukti memberikan pengaruh yang signifikan terhadap jumlah eritrosit, kadar hemoglobin, dan nilai hematokrit pada tikus putih dengan kondisi hiperlipidemia.

Kata Kunci - ekstrak daun kelor; hiperlipidemia; eritrosit; hemoglobin; hematokrit

I. PENDAHULUAN

Hiperlipidemia adalah kondisi medis yang ditandai dengan tingginya kadar lemak, seperti kolesterol dan trigliserida dalam darah. Kondisi ini merupakan salah satu faktor risiko utama yang dapat menyebabkan penyakit kardiovaskular, terutama melalui proses pembentukan plak pada pembuluh darah yang dikenal dengan aterosklerosis. Aterosklerosis ini dapat mengakibatkan penyempitan atau pengerasan pembuluh darah, yang berujung pada gangguan fungsi jantung seperti penyakit jantung iskemik. Penyebab hiperlipidemia dapat berasal dari faktor genetik maupun gaya hidup yang tidak sehat, seperti pola makan tinggi lemak. Jadi, penanganan hiperlipidemia penting untuk mencegah risiko komplikasi serius yang mungkin terjadi pada sistem kardiovaskular [1].

Menurut WHO (2019), penyakit kardiovaskular masih menjadi penyebab kematian tertinggi di dunia, hiperlipidemia merupakan salah satu faktor risiko utama yang berkontribusi terhadap penyebab tersebut [2]. Data Riskesdas 2018 menunjukkan bahwa pada usia 35 tahun ke atas terjadi peningkatan kadar total kolesterol yang masuk kategori borderline sebesar 40%, yang merupakan faktor risiko utama terjadinya hiperlipidemia. Kondisi ini dapat meningkatkan risiko penyakit jantung dan diabetes melitus yang menjadi penyebab kematian utama di Indonesia [2].

Daun kelor (*Moringa oleifera* L.) dikenal sebagai "*The Miracle Plant*" karena kaya nutrisi dan senyawa bioaktif seperti flavonoid, tannin, terpenoid, alkaloid, dan saponin yang berfungsi sebagai antioksidan dan antiinflamasi [3]. Tanaman ini banyak tumbuh di Indonesia dan sering digunakan sebagai obat tradisional. Salah satu manfaat utamanya adalah menurunkan kadar lemak darah (hiperlipidemia) dengan mengurangi stres oksidatif penyebab gangguan metabolik dan menurunkan kadar lipid, sehingga dapat mencegah penyakit kardiovaskular. Daun kelor juga mengandung zat besi tinggi yang penting untuk pembentukan hemoglobin, didukung oleh vitamin C agar penyerapan zat besi optimal. Selain itu, kandungan protein dan vitamin B kompleks membantu proses pembentukan hemoglobin. Dengan 46 jenis antioksidan kuat, daun kelor juga melindungi membran sel darah merah dari kerusakan akibat radikal bebas [4].

Eritrosit, hemoglobin, dan hematokrit merupakan komponen utama dalam darah yang sangat penting untuk menjaga kesehatan tubuh [5]. Eritrosit atau sel darah merah adalah sel berbentuk cakram bikonkaf yang berfungsi mengangkut oksigen dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh. Setiap eritrosit mengandung hemoglobin, yaitu protein khusus yang dapat mengikat oksigen dan memberikan warna merah pada darah [6]. Semakin banyak hemoglobin dalam darah, semakin efektif pengangkutan oksigen ke sel-sel tubuh. Sedangkan hematokrit adalah ukuran persentase volume sel darah merah dalam total volume darah yang menunjukkan kepadatan eritrosit dan kemampuan darah dalam mengangkut oksigen. Pada kondisi hiperlipidemia yang ditandai dengan tingginya kadar lemak dalam darah, proses oksidasi dan kerusakan sel darah merah dapat meningkat sehingga memengaruhi jumlah dan fungsi eritrosit, hemoglobin, dan hematokrit [7].

Peningkatan kadar kolesterol dan trigliserida berkontribusi terhadap stres oksidatif, peradangan, dan gangguan metabolisme yang menyebabkan kerusakan organ serta dapat berujung pada penyakit kronis [8]. Pada hiperlipidemia, tingginya kadar lemak dalam darah dapat memicu stres oksidatif dan peradangan yang merusak membran eritrosit sehingga sel darah merah menjadi lebih rapuh dan mudah pecah [9]. Kerusakan ini menyebabkan jumlah eritrosit, kadar hemoglobin, dan nilai hematokrit menurun karena penyebab utamanya berasal dari gangguan metabolisme lipid, bukan dari kekurangan zat gizi atau kelainan sumsum tulang. Pencegahan dan penanganan hiperlipidemia umumnya berfokus pada penurunan kadar lipid, namun diperlukan agen terapi yang juga mampu memperbaiki kondisi hematologis tubuh. Salah satu bahan alami yang berpotensi digunakan adalah daun kelor, tanaman tropis yang dikenal luas karena kandungan bioaktifnya yang tinggi seperti flavonoid, fenol, alkaloid, dan vitamin. Senyawa aktif dalam daun kelor, seperti quercetin dan kaempferol memiliki aktivitas antioksidan, antiinflamasi dan hepatoprotektif yang mampu memperbaiki profil lipid serta fungsi hematologi. Kandungan tersebut dapat melindungi eritrosit dari kerusakan akibat radikal bebas dan mendukung proses eritropoiesis [10].

Penelitian sebelumnya menjelaskan bahwa ekstrak daun kelor menunjukkan hasil yang beragam terkait dampaknya pada profil darah pada tikus Wistar jantan normal selama 12 minggu dengan pemberian ekstrak daun kelor pada dosis 200 mg/kgBB, 400 mg/kgBB, dan 800 mg/kgBB tidak memberikan perubahan signifikan pada profil hematologi termasuk eritrosit, hemoglobin, dan hematokrit [11]. Namun, pada penelitian [4] menemukan bahwa pemberian ekstrak daun kelor dosis 450 mg/kgBB selama 14 hari meningkatkan kadar hemoglobin secara signifikan. Sedangkan, pada kondisi patologis seperti fluorosis menemukan bahwa daun kelor efektif meningkatkan jumlah eritrosit dan kadar hemoglobin yang sempat menurun akibat toksisitas fluoride [12]. Meskipun sudah diteliti pada kondisi normal dan fluorosis, belum ada penelitian yang mengkaji dampaknya secara spesifik pada parameter eritrosit (eritrosit, hemoglobin, hematokrit) dalam kondisi hiperlipidemia. Jadi, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) terhadap nilai eritrosit, hemoglobin, dan hematokrit pada tikus putih jantan (*Rattus norvegicus*) dengan kondisi hiperlipidemia.

II. METODE

Penelitian ini telah dinyatakan laik etik oleh Komite Etik Penelitian Kesehatan (KEPK) Universitas Noor Huda Mustofa dengan nomor sertifikat NO: 3405/KEPK/UNIV-NHM/EC/V/2026. Jenis penelitian ini adalah eksperimental dengan desain Pretest-Posttest Control Group Design. Hewan coba yang digunakan adalah *Rattus norvegicus* dengan jumlah sampel sebanyak 24 ekor.

Penelitian ini dilakukan di laboratorium hewan coba, patologi klinik, farmakologi, Program Studi D-IV Teknologi Laboratorium Medis, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Proses ekstraksi dan evaporasi dilakukan di Laboratorium FMIPA Universitas Negeri Surabaya. Penelitian ini dilakukan pada bulan April hingga Mei 2026.

Populasi yang digunakan pada penelitian ini adalah tikus putih jantan galur wistar yang diperoleh dari Kebun Tikus Sidoarjo. Seleksi tikus putih jantan ditetapkan berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi meliputi tikus

putih jantan dengan kondisi sehat, jenis kelamin jantan, berat badan 100-200 gram. Kriteria eksklusi meliputi tikus putih tidak sehat atau cacat, jenis kelamin betina, tikus tidak memenuhi kriteria berat badan yang ditentukan. Bahan uji yang digunakan pada penelitian ini adalah daun kelor yang diperoleh dari Desa Sidokeping, Kecamatan Buduran, Sidoarjo.

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi hanscoon, masker, kandang beserta tempat makan dan minum hewan, timbangan analitik, erlenmeyer 1000 mL, gelas beaker 1000 mL, batang pengaduk, tabung hematokrit, tabung vacutainer EDTA 0,5 mL, *Hematology Analyzer Medonic*, *Rotary evaporator Buchi*, oven, blender, corong, kertas saring, alat strip GCU (Glucosa, Cholesterol, Uric Acid) Sinocare, stamper dan mortar, mikroskop, obyek glass, daun kelor, ethanol 70%, aquadest, pellet BR II, kuning telur, minyak goreng, propiltiourasil (PTU) 0,01%, simvastatin, Na-CMC (Natrium Carboxy Methyl Cellulose).

Pembuatan ekstrak daun kelor dilakukan dengan metode maserasi menggunakan etanol 70% dengan perbandingan (1:10). Daun kelor segar dipilih, dibersihkan, dipisahkan dari batang, kemudian dikeringanginkan selama 3 hari dan dihaluskan menjadi serbuk. Sebanyak 200 gram serbuk dimaserasi menggunakan etanol 70% selama 3 hari, kemudian disaring hingga diperoleh filtrat jernih. Filtrat selanjutnya dievaporasi menggunakan rotary evaporator pada suhu 40°C hingga diperoleh ekstrak kental, lalu disimpan dalam gelas kimia pada suhu 30°C [13].

Pembuatan pakan tinggi lemak dibuat dengan mencampurkan kuning telur rebus 86 gram, minyak goreng 172 mL, pellet BR II 1000 gram, dan aquadest 172 mL, kemudian dioven selama 5 jam. Setelah didinginkan, pakan diberikan kepada tikus dan ditambahkan propiltiourasil (PTU) 0,01% ke dalam air minum untuk memicu kondisi hiperlipidemia [14].

Tikus putih diadaptasi selama 7 hari dengan pakan standar dan air minum secara *ad libitum*. Setelah di adaptasi, tikus ditimbang dan dibagi menjadi 6 kelompok perlakuan. Tikus diberi pakan tinggi lemak beserta PTU 0,01% selama 15 hari untuk memicu kondisi hiperlipidemia. Setelah itu, dilakukan pengambilan sampel darah tikus pada vena orbitalis menggunakan pipa kapiler hematokrit untuk mengukur kadar kolesterol menggunakan alat GCU (Glucosa, Cholesterol, Uric Acid) Sinocare. Tikus dikatakan hiperlipidemia dengan nilai kolesterol total pada tikus >88 mg/dL [15]. Serta mengukur kadar eritrosit, hemoglobin dan hematokrit menggunakan alat *Hematology Analyzer Medonic* sebagai data pre-test.

Setelah pengambilan sampel darah, tikus hiperlipidemia diberi pakan dan minum standar. Pada kelompok kontrol negatif tidak diberi perlakuan tambahan. Pada kelompok kontrol positif 1 diberi simvastatin dengan dosis 0,9mg/kgBB tikus. Kelompok kontrol positif 2 diberi Na-CMC (Natrium Carboxy Methyl Cellulose) 0,5%. Kelompok perlakuan 1 diberi ekstrak daun kelor dosis 500mg/kgBB tikus. Kelompok perlakuan 2 diberi ekstrak daun kelor dosis 750mg/kgBB tikus. Kelompok perlakuan 3 diberi ekstrak daun kelor dosis 1000mg/kgBB tikus. Perlakuan tersebut diberikan pada tikus selama 15 hari dengan pemberian 1mL perhari. Kemudian dilakukan pengambilan darah kembali untuk post-test pada vena orbitalis untuk mengukur kadar eritrosit, hemoglobin dan hematokrit menggunakan alat *Hematology Analyzer Medonic*.

Data yang dikumpulkan kemudian dianalisis menggunakan program SPSS versi 25.0. Sebelum dilakukan uji beda nyata, data di uji normalitasnya dengan uji *Saphiro-Wilk* dan dilakukan uji homogenitas menggunakan Levene Test. Selanjutnya data di uji menggunakan uji parametrik *Two-Way Anova*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tanaman kelor (*Moringa oleifera* L.) dikenal sebagai atau pohon ajaib karena memiliki kandungan gizi yang sangat baik dan bermanfaat bagi kesehatan manusia. Daunnya yang kecil dan berwarna hijau memiliki nilai gizi tinggi dibandingkan dengan sayuran lain. Dari segi morfologi, daun kelor memiliki helaian kecil dengan tepi rata, ujung tumpul, dan pangkal membulat. Tanaman kelor dapat tumbuh di daerah tropis seperti Indonesia dengan toleransi tinggi terhadap kekeringan. Pemanfaatan daun kelor saat ini umumnya untuk pelengkap masakan, tetapi dapat diolah menjadi berbagai produk pangan fungsional seperti teh herbal, kapsul, simplisia, dan ekstrak yang memiliki efek kesehatan sebagai sumber antioksidan alami [16].

Salah satu dampak yang sering kurang diperhatikan pada kondisi hiperlipidemia adalah pengaruhnya terhadap komponen darah merah, khususnya eritrosit, hemoglobin, dan hematokrit, yang berperan penting dalam mengangkut oksigen ke seluruh tubuh. Seiring meningkatnya kesadaran masyarakat mengenai efek samping obat-obatan kimia, penelitian ini memilih tanaman herbal sebagai alternatif terapi yang lebih alami dan aman. Salah satu tanaman yang tengah banyak diteliti adalah daun kelor (*Moringa oleifera* L.), yang dikenal kaya akan antioksidan, zat besi, vitamin C, dan berbagai senyawa bioaktif yang mampu memperbaiki profil darah [17]. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh ekstrak daun kelor terhadap jumlah eritrosit, hemoglobin, dan hematokrit pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) dengan kondisi hiperlipidemia, sehingga hasilnya dapat menjadi dasar ilmiah bagi pengembangan terapi herbal di masa depan.

A. Pengaruh Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) Terhadap Jumlah Eritrosit Pada Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) Dengan Kondisi Hiperlipidemia

Hasil perhitungan jumlah eritrosit rata-rata tikus putih jantan sebelum dan sesudah perlakuan (pemberian simvastatin, Na-CMC dan ekstrak), dari penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata jumlah eritrosit sebelum dan sesudah perlakuan

Kelompok	Rata-rata jumlah eritrosit (juta sel/ μ L) $\pm$ SD		Nilai normal jumlah eritrosit
	Sebelum perlakuan	Sesudah perlakuan	
Kontrol Negatif	6,88 $\pm$ 0,95 ^a	7,31 $\pm$ 0,96 ^a	7,09 - 9,8 juta sel/ μ L
Kontrol Positif 1	6,01 $\pm$ 1,41 ^a	6,86 $\pm$ 0,53 ^a	
Kontrol Positif 2	6,10 $\pm$ 0,51 ^a	6,92 $\pm$ 0,75 ^a	
Perlakuan 1	6,94 $\pm$ 0,27 ^a	7,14 $\pm$ 0,79 ^a	
Perlakuan 2	6,15 $\pm$ 0,64 ^a	7,44 $\pm$ 0,46 ^a	
Perlakuan 3	6,73 $\pm$ 0,29 ^a	7,75 $\pm$ 0,36 ^a	

Keterangan: Data disajikan sebagai rerata $\pm$ SD. Nilai dengan huruf superscript yang sama (^a) menunjukkan tidak terdapat perbedaan signifikan antar kelompok ($p > 0,05$).
 Hasil Two-Way ANOVA: faktor kelompok $p = 0,189$ (tidak signifikan); faktor sebelum dan sesudah $p = 0,001$ (signifikan); interaksi kelompok $\times$ waktu $p = 0,721$ (tidak signifikan).

Nilai normal jumlah eritrosit pada tikus putih adalah 7,09-9,8 juta sel/ μ L [18]. Berdasarkan tabel 1, rata-rata jumlah eritrosit pada semua kelompok mengalami penurunan dibawah rentang nilai normal. Setelah diberi perlakuan, rata-rata jumlah eritrosit mengalami peningkatan pada semua kelompok meskipun pada kontrol positif belum mencapai nilai normal.

Hiperlipidemia menyebabkan perubahan kualitas darah termasuk komponen eritrosit. Pada hiperlipidemia, kadar lemak yang tinggi dapat menyebabkan plasma darah menjadi keruh dan berwarna putih susu yang disebut sebagai plasma lipemik. Kondisi ini tidak hanya berdampak pada plasma, tetapi juga memengaruhi eritrosit, di mana peningkatan kadar lipid dapat mempersingkat usia eritrosit dan meningkatkan tingkat hemolisis [19].

Hasil yang diperoleh kemudian diuji statistik menggunakan parametrik *Two-Way Anova*. Uji normalitas menunjukkan nilai $p = 0,467$ ($p > 0,05$) yang menunjukkan data terdistribusi normal. Pada uji homogenitas varians didapatkan nilai $p = 0,442$ ($p > 0,05$) yang menunjukkan bahwa varian antar kelompok bersifat homogen. Setelah data memenuhi kriteria normalitas dan homogenitas, dilanjutkan dengan uji *Two-Way Anova* yang menunjukkan tidak terdapat pengaruh signifikan antar kelompok dengan nilai $p = 0,189$ ($p < 0,05$) namun terdapat pengaruh pada sebelum dan sesudah terhadap jumlah eritrosit dengan nilai $p = 0,001$ ($p < 0,05$) dan tidak terdapat pengaruh signifikan pada interaksi antar kelompok dengan perlakuan dengan nilai $p = 0,721$ ($p < 0,05$).

Sesudah perlakuan pada kelompok kontrol negatif, rata-rata jumlah eritrosit meningkat dan berada dalam rentang nilai normal tikus. Peningkatan ini terjadi karena adanya proses pemulihan alami didalam tubuh setelah penghentian induksi hiperlipidemia dan pemberian pakan standar selama masa penelitian. Tubuh tikus mampu melakukan regenerasi sel darah merah melalui proses eritropoiesis sehingga jumlah eritrosit mengalami peningkatan. Selain itu, berkurangnya paparan pakan tinggi lemak dapat menurunkan stres oksidatif yang sebelumnya berkontribusi terhadap kerusakan membran eritrosit [20].

Kelompok kontrol positif 1 yang diberikan simvastatin menunjukkan peningkatan eritrosit tetapi nilainya masih berada di bawah rentang normal. Simvastatin dapat memperbaiki profil lipid dengan menghambat sintesis kolesterol sehingga dapat menurunkan stres oksidatif akibat hiperlipidemia. Berkurangnya stres oksidatif dapat membantu mempertahankan membran eritrosit dan mengurangi hemolisis. Namun, simvastatin tidak secara langsung merangsang eritropoiesis, sehingga peningkatan jumlah eritrosit yang terjadi tidak terlalu besar dibandingkan kelompok perlakuan ekstrak daun kelor [1].

Kelompok kontrol positif 2 yang diberikan Na-CMC 0,5% menunjukkan kadar eritrosit meningkat. Peningkatan ini dipengaruhi oleh proses pemulihan alami tubuh karena Na-CMC tidak memiliki aktivitas farmakologis terhadap pembentukan eritrosit. Nilai eritrosit berada di bawah rentang normal menunjukkan bahwa tanpa pemberian zat aktif yang dapat memperbaiki kondisi hiperlipidemia atau mendukung eritropoiesis sehingga peningkatan eritrosit yang terjadi relatif terbatas [1].

Pada kelompok perlakuan 1 yang diberikan ekstrak daun kelor dosis 500 mg/kgBB, rata-rata jumlah eritrosit meningkat dari 6,94 menjadi 7,14 juta sel/ μ L. Peningkatan tersebut relatif kecil dan nilai setelah perlakuan masih berada di rentang normal. Daun kelor diketahui mengandung zat besi, asam folat, vitamin B kompleks, dan vitamin C yang berpotensi mendukung pembentukan eritrosit. Selain itu, kandungan flavonoid dan senyawa fenolik memiliki aktivitas antioksidan yang berpotensi melindungi membran eritrosit dari kerusakan akibat stres oksidatif [17]. Namun,

kandungan bioaktif tersebut belum mampu menghasilkan efek yang cukup besar untuk memberikan perbedaan dibandingkan kelompok kontrol. Selain itu, peningkatan jumlah eritrosit juga terjadi pada kelompok kontrol negatif sebagai akibat proses pemulihan fisiologis setelah penghentian induksi hiperlipidemia dan pemberian pakan standar. Kondisi tersebut menyebabkan selisih peningkatan antar kelompok menjadi relatif kecil sehingga secara statistik tidak terdapat perbedaan signifikan. Sehingga peningkatan jumlah eritrosit pada kelompok ini belum dapat dinyatakan sebagai pengaruh spesifik pemberian ekstrak daun kelor.

Pada kelompok perlakuan 2 yang diberikan ekstrak daun kelor dosis 750 mg/kgBB, rata-rata jumlah eritrosit meningkat dari 6,15 menjadi 7,44 juta sel/ μ L dengan selisih peningkatan sebesar 1,29 juta sel/ μ L dan telah mencapai rentang normal. Kelompok ini menunjukkan peningkatan terbesar dibandingkan kelompok perlakuan lainnya. Peningkatan tersebut berkaitan dengan kandungan zat besi yang berperan dalam proses eritropoiesis serta senyawa antioksidan seperti flavonoid, saponin, dan alkaloid yang berpotensi mengurangi stres oksidatif akibat hiperlipidemia [21]. Namun, efek dari kandungan tersebut belum cukup besar untuk menghasilkan perbedaan jika dibandingkan dengan kelompok kontrol negatif yang juga mengalami peningkatan jumlah eritrosit karena proses pemulihan fisiologis selama masa penelitian. Sehingga peningkatan yang terjadi belum dapat dinyatakan sebagai pengaruh spesifik pemberian ekstrak daun kelor karena tidak terdapat perbedaan signifikan antar kelompok.

Pada kelompok perlakuan 3 yang diberikan ekstrak daun kelor dosis 1000 mg/kgBB, rata-rata jumlah eritrosit meningkat dari 6,73 menjadi 7,75 juta sel/ μ L dan telah berada dalam rentang normal. Kandungan zat besi, vitamin C, dan senyawa antioksidan dalam daun kelor berpotensi mendukung pembentukan eritrosit serta melindungi membran sel darah merah dari kerusakan akibat stres oksidatif [17]. Meskipun menggunakan dosis yang lebih tinggi, peningkatan jumlah eritrosit pada kelompok ini tidak melebihi kelompok perlakuan 2. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa peningkatan dosis ekstrak daun kelor hingga 1000 mg/kgBB tidak diikuti oleh peningkatan jumlah eritrosit yang lebih besar. Selain itu, peningkatan jumlah eritrosit juga terjadi pada kelompok kontrol negatif sebagai bagian dari proses pemulihan fisiologis setelah penghentian induksi hiperlipidemia, sehingga perbedaan antar kelompok tidak mencapai signifikansi statistik. Oleh karena itu, peningkatan jumlah eritrosit pada kelompok perlakuan 3 belum dapat diinterpretasikan sebagai pengaruh spesifik pemberian ekstrak daun kelor.

Perbandingan antara kelompok kontrol negatif dan kelompok perlakuan menunjukkan bahwa pemberian ekstrak daun kelor tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap jumlah eritrosit pada tikus hiperlipidemia. Hal ini ditunjukkan oleh hasil uji *Two-Way Anova* pada faktor kelompok dengan nilai $p = 0,189$ ($p > 0,05$). Meskipun kelompok perlakuan mengalami peningkatan jumlah eritrosit, peningkatan tersebut tidak berbeda secara signifikan dibandingkan kelompok kontrol negatif yang juga mengalami peningkatan akibat proses pemulihan fisiologis alami. Sehingga, pemberian ekstrak daun kelor dosis 500 mg/kgBB, 750 mg/kgBB, dan 1000 mg/kgBB belum terbukti memberikan pengaruh yang berbeda secara signifikan terhadap jumlah eritrosit dibandingkan kelompok kontrol negatif.

B. Pengaruh Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) Terhadap Kadar Hemoglobin Pada Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) Dengan Kondisi Hiperlipidemia

Hasil perhitungan kadar hemoglobin rata-rata tikus putih jantan sebelum dan sesudah perlakuan (pemberian simvastatin, Na-CMC dan ekstrak), dari penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata kadar hemoglobin sebelum dan sesudah perlakuan

Kelompok	Rata-rata jumlah Hemoglobin (g/dL) $\pm$ SD		Nilai normal jumlah hemoglobin
	Sebelum perlakuan	Sesudah perlakuan	
Kontrol Negatif	13,10 $\pm$ 1,77 ^a	13,55 $\pm$ 2,08 ^a	13,5 - 17,4 g/dL
Kontrol Positif 1	11,65 $\pm$ 2,83 ^a	13,07 $\pm$ 1,26 ^a	
Kontrol Positif 2	11,82 $\pm$ 1,16 ^a	13,25 $\pm$ 1,71 ^a	
Perlakuan 1	13,42 $\pm$ 0,72 ^a	13,60 $\pm$ 1,42 ^a	
Perlakuan 2	11,70 $\pm$ 0,87 ^a	14,50 $\pm$ 0,76 ^a	
Perlakuan 3	13,10 $\pm$ 0,90 ^a	14,82 $\pm$ 0,84 ^a	

Keterangan: Data disajikan sebagai rerata $\pm$ SD. Nilai dengan huruf superscript yang sama (^a) menunjukkan tidak terdapat perbedaan signifikan antar kelompok ($p > 0,05$).

Hasil Two-Way ANOVA: faktor kelompok $p = 0,287$ (tidak signifikan); faktor sebelum dan sesudah $p = 0,004$ (signifikan); interaksi kelompok $\times$ waktu $p = 0,562$ (tidak signifikan).

Nilai normal kadar hemoglobin pada tikus putih adalah 13,5-17,4 g/dL [22]. Berdasarkan tabel 2, rata-rata kadar hemoglobin pada kelompok kontrol positif 1, kontrol positif 2 dan perlakuan 2 mengalami penurunan dibawah rentang nilai normal. Pada kelompok kontrol negatif, perlakuan 1 dan perlakuan 3 nilai kadar hemoglobin berada pada rentang

normal. Setelah diberi perlakuan, nilai rata-rata kadar hemoglobin mengalami peningkatan pada semua kelompok dengan peningkatan tertinggi ditemukan pada kelompok perlakuan 2.

Hiperlipidemia dapat memicu stres oksidatif dan pembentukan radikal bebas. Radikal bebas berperan dalam merusak membran eritrosit sehingga sel darah merah menjadi lebih mudah mengalami hemolisis. Ketika membran eritrosit rusak, hemoglobin yang berada di dalamnya menurun karena berkurangnya jumlah sel darah merah yang berfungsi normal. Hemoglobin merupakan protein utama dalam eritrosit yang bertanggung jawab mengangkut oksigen ke jaringan sehingga setiap kerusakan eritrosit akan langsung memengaruhi kadar hemoglobin [4].

Hasil yang diperoleh kemudian diuji statistik menggunakan parametrik *Two-Way Anova*. Uji normalitas menunjukkan nilai $p = 0,315$ ($p > 0,05$) yang menunjukkan data terdistribusi normal. Pada uji homogenitas varians didapatkan nilai $p = 0,476$ ($p > 0,05$) yang menunjukkan bahwa varian antar kelompok bersifat homogen. Setelah data memenuhi kriteria normalitas dan homogenitas, dilanjutkan dengan uji *Two-Way Anova* yang menunjukkan tidak terdapat pengaruh signifikan antar kelompok dengan nilai $p = 0,287$ ($p < 0,05$) namun terdapat pengaruh signifikan antar perlakuan (pretest-posttest) terhadap kadar hemoglobin dengan nilai $p = 0,004$ ($p < 0,05$) dan tidak terdapat pengaruh signifikan pada interaksi antar kelompok dengan perlakuan dengan nilai $p = 0,562$ ($p < 0,05$).

Sesudah perlakuan pada kelompok kontrol negatif, kadar hemoglobin meningkat. Peningkatan ini relatif kecil yang terjadi karena proses pemulihan fisiologis alami setelah penghentian induksi hiperlipidemia serta pemberian pakan standar selama masa perlakuan. Meskipun tidak diberikan zat aktif, tubuh tikus masih memiliki kemampuan mempertahankan keseimbangan hematologis melalui mekanisme regenerasi eritrosit dan sintesis hemoglobin secara normal. Namun, peningkatan yang terjadi tidak sebesar kelompok yang mendapatkan ekstrak daun kelor karena tidak ada tambahan senyawa yang secara spesifik mendukung pembentukan hemoglobin maupun mengurangi stres oksidatif akibat hiperlipidemia [20].

Pada kelompok kontrol positif 1 terjadi peningkatan yang menunjukkan bahwa perbaikan profil lipid akibat kerja simvastatin dapat membantu menurunkan kadar lipid sehingga mengurangi stres oksidatif dan peradangan yang disebabkan oleh hiperlipidemia. Berkurangnya stres oksidatif dapat melindungi membran eritrosit dari kerusakan sehingga hemoglobin lebih terjaga. Namun, nilai hemoglobin setelah perlakuan masih sedikit di bawah rentang normal, karena simvastatin bekerja sebagai penurun kolesterol dan tidak memiliki efek langsung dalam pembentukan hemoglobin. Peningkatan hemoglobin yang terjadi cenderung berasal dari membaiknya kondisi metabolik tubuh [1].

Pada kelompok kontrol positif 2, peningkatan hemoglobin terjadi dari proses pemulihan alami tubuh selama masa penelitian, karena Na-CMC hanya berfungsi sebagai bahan pembawa (vehicle) dan tidak dapat meningkatkan kadar hemoglobin. Meskipun terjadi kenaikan, nilai hemoglobin masih berada sedikit di bawah rentang normal yang disebabkan oleh perbaikan kadar hemoglobin berlangsung lebih lambat dan terbatas dibandingkan kelompok yang menerima ekstrak daun kelor [1].

Pada kelompok perlakuan 1 yang diberikan ekstrak daun kelor dosis 500 mg/kgBB, rata-rata kadar hemoglobin meningkat dari 13,42 menjadi 13,60 g/dL dengan selisih peningkatan sebesar 0,18 g/dL. Peningkatan tersebut relatif kecil. Daun kelor mengandung zat besi, vitamin C, protein, dan asam amino yang secara teoritis berpotensi mendukung proses sintesis hemoglobin. Selain itu, senyawa flavonoid dan fenolik memiliki aktivitas antioksidan yang berpotensi melindungi eritrosit dari kerusakan akibat stres oksidatif [23]. Namun, pada dosis ini belum cukup untuk menghasilkan efek yang optimal dalam mendukung eritropoiesis dan sintesis hemoglobin pada kondisi hiperlipidemia, sehingga peningkatan kadar hemoglobin yang terjadi masih terbatas. Oleh karena itu, meskipun terdapat peningkatan kadar hemoglobin, secara statistik tidak terdapat perbedaan yang signifikan antar kelompok sehingga peningkatan tersebut belum dapat dinyatakan sebagai pengaruh spesifik pemberian ekstrak daun kelor.

Pada kelompok perlakuan 2 yang diberikan ekstrak daun kelor dosis 750 mg/kgBB, rata-rata kadar hemoglobin meningkat dari 11,70 menjadi 14,50 g/dL dengan selisih peningkatan sebesar 2,80 g/dL dan telah mencapai rentang normal. Kelompok ini menunjukkan peningkatan terbesar dibandingkan kelompok perlakuan lainnya. Peningkatan tersebut diduga berkaitan dengan kandungan zat besi dan vitamin C dalam daun kelor yang secara teoritis berperan dalam sintesis hemoglobin, serta senyawa antioksidan seperti flavonoid dan fenolat yang berpotensi mengurangi stres oksidatif akibat hiperlipidemia [24]. Besarnya peningkatan pada kelompok ini menunjukkan bahwa dosis 750 mg/kgBB telah memberikan respons biologis yang lebih baik dibandingkan dosis yang lebih rendah, sehingga proses sintesis hemoglobin berlangsung lebih optimal. Namun, peningkatan tersebut belum membuktikan bahwa dosis 750 mg/kgBB lebih efektif karena tidak terdapat perbedaan signifikan antar kelompok.

Pada kelompok perlakuan 3 yang diberikan ekstrak daun kelor dosis 1000 mg/kgBB, rata-rata kadar hemoglobin meningkat dari 13,10 menjadi 14,82 g/dL dengan selisih peningkatan sebesar 1,72 g/dL dan berada dalam rentang normal. Kandungan zat besi serta senyawa antioksidan dalam daun kelor berpotensi mendukung pembentukan hemoglobin dan melindungi sel darah merah dari kerusakan akibat stres oksidatif [25]. Namun, peningkatan kadar hemoglobin pada dosis 1000 mg/kgBB lebih rendah dibandingkan dosis 750 mg/kgBB sehingga tidak menunjukkan pola peningkatan yang sejalan dengan kenaikan dosis. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan dosis ekstrak daun kelor tidak selalu diikuti oleh peningkatan respons biologis terhadap kadar hemoglobin, sehingga hubungan antara

dosis dan respons tidak selalu sama. Selain itu, karena tidak terdapat perbedaan signifikan antar kelompok, peningkatan tersebut belum dapat dinyatakan sebagai pengaruh spesifik ekstrak daun kelor.

Perbandingan antara kelompok kontrol negatif dan kelompok perlakuan menunjukkan bahwa pemberian ekstrak daun kelor tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kadar hemoglobin pada tikus hiperlipidemia. Hal ini ditunjukkan oleh hasil uji *Two-Way Anova* pada faktor kelompok dengan nilai $p = 0,287$ ($p > 0,05$). Meskipun peningkatan kadar hemoglobin pada beberapa kelompok perlakuan lebih besar dibandingkan kelompok kontrol negatif, perbedaan tersebut tidak signifikan secara statistik. Sehingga, pemberian ekstrak daun kelor dosis 500 mg/kgBB, 750 mg/kgBB, dan 1000 mg/kgBB belum terbukti memberikan pengaruh yang berbeda secara signifikan terhadap kadar hemoglobin dibandingkan kelompok kontrol negatif.

C. Pengaruh Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) Terhadap Kadar Hematokrit Pada Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) Dengan Kondisi Hiperlipidemia

Hasil perhitungan kadar hematokrit rata-rata tikus putih jantan sebelum dan sesudah perlakuan (pemberian ekstrak), dari penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata kadar hematokrit sebelum dan sesudah perlakuan

Kelompok	Rata-rata jumlah Hematokrit (%) $\pm$ SD		Nilai normal jumlah hematokrit
	Sebelum perlakuan	Sesudah perlakuan	
Kontrol Negatif	34,25 $\pm$ 4,88 ^a	35,85 $\pm$ 6,29 ^a	39,0% - 51,0%
Kontrol Positif 1	30,57 $\pm$ 7,87 ^a	34,60 $\pm$ 3,21 ^a	
Kontrol Positif 2	30,27 $\pm$ 2,62 ^a	35,07 $\pm$ 5,19 ^a	
Perlakuan 1	34,72 $\pm$ 1,58 ^a	35,70 $\pm$ 3,66 ^a	
Perlakuan 2	30,57 $\pm$ 1,86 ^a	38,50 $\pm$ 1,92 ^a	
Perlakuan 3	33,77 $\pm$ 2,25 ^a	39,05 $\pm$ 2,06 ^a	

Keterangan: Data disajikan sebagai rerata $\pm$ SD. Nilai dengan huruf superscript yang sama (^a) menunjukkan tidak terdapat perbedaan signifikan antar kelompok ($p > 0,05$).

Hasil Two-Way ANOVA: faktor kelompok $p = 0,386$ (tidak signifikan); faktor sebelum dan sesudah $p = 0,001$ (signifikan); interaksi kelompok $\times$ waktu $p = 0,576$ (tidak signifikan).

Nilai normal hematokrit adalah 39,0-51% [18]. Berdasarkan tabel 3, rata-rata kadar hematokrit pada semua kelompok mengalami penurunan dibawah rentang nilai normal. Setelah diberi perlakuan, nilai rata-rata kadar hematokrit mengalami peningkatan pada semua kelompok dengan peningkatan tertinggi ditemukan pada kelompok perlakuan 2 namun nilai rata-rata masih belum mencapai rentang normal.

Hematokrit merupakan persentase volume sel darah merah dalam seluruh volume darah. Nilai hematokrit dipengaruhi oleh jumlah dan kualitas eritrosit yang beredar. Hiperlipidemia meningkatkan risiko hemolisis selama penyimpanan darah serta memperpendek usia sel darah merah, karena akumulasi lipid dalam sirkulasi dapat memicu stres oksidatif dan kerusakan membran eritrosit. Tingginya angka hemolisis berpengaruh terhadap penurunan jumlah eritrosit yang beredar, sehingga nilai hematokrit cenderung menurun. Perubahan viskositas darah akibat peningkatan lipid dapat mengganggu stabilitas sel darah merah dan mempercepat kerusakan eritrosit, sehingga dapat menurunkan volume sel darah merah. Hiperlipidemia tidak hanya menyebabkan perubahan penampakan plasma namun berpengaruh terhadap kualitas dan kuantitas eritrosit, sehingga memiliki hubungan signifikan dengan penurunan nilai hematokrit melalui mekanisme hemolisis, kerusakan membran sel darah merah, dan gangguan metabolisme lipid yang memengaruhi masa hidup eritrosit [26].

Hasil yang diperoleh kemudian diuji statistik menggunakan parametrik *Two-Way Anova*. Uji normalitas menunjukkan nilai $p = 0,475$ ($p > 0,05$) yang menunjukkan data terdistribusi normal. Pada uji homogenitas varians didapatkan nilai $p = 0,476$ ($p > 0,05$) yang menunjukkan bahwa varian antar kelompok bersifat homogen. Setelah data memenuhi kriteria normalitas dan homogenitas, dilanjutkan dengan uji *Two-Way Anova* yang menunjukkan tidak terdapat pengaruh signifikan antar kelompok dengan nilai $p = 0,386$ ($p < 0,05$) namun terdapat pengaruh signifikan antar perlakuan (pretest-posttest) terhadap kadar hematokrit dengan nilai $p = 0,001$ ($p < 0,05$) dan tidak terdapat pengaruh signifikan pada interaksi antar kelompok dengan perlakuan dengan nilai $p = 0,576$ ($p < 0,05$).

Sesudah perlakuan kelompok negatif mengalami peningkatan hematokrit tetapi tidak sebanyak kelompok perlakuan dan berada dibawah nilai normal. Peningkatan ini terjadi karena kondisi tubuh yang sehat dan stabil sehingga tubuh tikus dapat mengalami pemulihan alami selama masa perlakuan yang terjadi akibat regenerasi pada sel darah merah sehingga kadar hematokrit mengalami peningkatan tetapi pada kondisi ini menunjukkan bahwa pemulihan alami pada tubuh tikus belum cukup untuk mengembalikan nilai hematokrit pada rentang normal [27].

Pada kelompok kontrol positif 1 yang diberikan simvastatin, peningkatan kadar hematokrit terjadi karena simvastatin mampu memperbaiki kondisi hiperlipidemia melalui penurunan kadar kolesterol sehingga dapat mengurangi stres oksidatif. Dengan berkurangnya kerusakan membran sel darah merah, volume eritrosit dalam darah menjadi lebih terjaga sehingga nilai hematokrit mengalami peningkatan. Namun, karena mekanisme utama simvastatin adalah menghambat enzim HMG-CoA reduktase untuk menurunkan sintesis kolesterol dan bukan secara langsung pembentukan sel darah merah, peningkatan hematokrit yang terjadi masih terbatas dan belum mencapai nilai normal [28].

Pada kelompok kontrol positif 2 rata-rata kadar hematokrit meningkat namun masih berada di bawah nilai normal tikus. Peningkatan ini terjadi akibat proses pemulihan alami tubuh setelah penghentian induksi hiperlipidemia dan pemberian pakan standar. Na-CMC hanya berfungsi sebagai bahan pelarut yang bersifat inert dan tidak memiliki pengaruh dalam meningkatkan pembentukan hematokrit. Peningkatan yang terjadi relatif terbatas karena tidak ada senyawa aktif yang secara langsung membantu memperbaiki kerusakan eritrosit akibat stres oksidatif pada kondisi hiperlipidemia [29].

Pada kelompok perlakuan 1 yang diberikan ekstrak daun kelor dosis 500 mg/kgBB, rata-rata nilai hematokrit meningkat dari 34,72% menjadi 35,70% dengan selisih peningkatan sebesar 0,98%, tetapi masih berada di bawah rentang normal. Kandungan zat besi, vitamin C, asam folat, dan vitamin B kompleks dalam daun kelor berpotensi mendukung pembentukan eritrosit, sedangkan flavonoid dan senyawa fenolik berpotensi melindungi eritrosit dari kerusakan akibat stres oksidatif [30]. Namun, dosis 500 mg/kgBB diduga belum memberikan efek biologis yang optimal untuk meningkatkan jumlah eritrosit sehingga peningkatan nilai hematokrit yang terjadi masih relatif kecil dan belum mencapai rentang normal. Meskipun terjadi peningkatan nilai hematokrit, secara statistik tidak terdapat perbedaan yang signifikan antar kelompok sehingga peningkatan tersebut belum dapat dinyatakan sebagai pengaruh spesifik pemberian ekstrak daun kelor.

Pada kelompok perlakuan 2 yang diberikan ekstrak daun kelor dosis 750 mg/kgBB, rata-rata nilai hematokrit meningkat dari 30,57% menjadi 38,50% dengan selisih peningkatan sebesar 7,93%, tetapi masih sedikit berada di bawah rentang normal. Kelompok ini menunjukkan peningkatan terbesar dibandingkan kelompok perlakuan lainnya. Peningkatan tersebut diduga berkaitan dengan kandungan zat besi yang mendukung pembentukan eritrosit serta senyawa antioksidan seperti flavonoid, saponin, dan polifenol yang berpotensi mengurangi kerusakan membran eritrosit akibat stres oksidatif [31]. Besarnya peningkatan pada kelompok ini menunjukkan bahwa dosis 750 mg/kgBB telah memberikan respons biologis yang lebih baik dalam mendukung peningkatan eritrosit dibandingkan dosis yang lebih rendah, sehingga nilai hematokrit meningkat lebih besar. Namun, karena tidak terdapat perbedaan yang signifikan antar kelompok, peningkatan tersebut belum dapat dijadikan bukti bahwa dosis 750 mg/kgBB merupakan dosis yang paling efektif.

Pada kelompok perlakuan 3 yang diberikan ekstrak daun kelor dosis 1000 mg/kgBB, rata-rata nilai hematokrit meningkat dari 33,77% menjadi 39,05% dengan selisih peningkatan sebesar 5,28% dan telah mencapai batas bawah rentang normal. Kandungan zat besi dan senyawa antioksidan dalam daun kelor berpotensi mendukung pembentukan eritrosit serta melindungi sel darah merah dari kerusakan akibat radikal bebas [31]. Namun, selisih peningkatan pada kelompok ini lebih rendah dibandingkan kelompok perlakuan 2. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan dosis ekstrak daun kelor belum tentu menghasilkan peningkatan nilai hematokrit yang lebih besar karena respons biologis terhadap ekstrak daun kelor tidak selalu meningkat seiring dengan kenaikan dosis. Karena tidak terdapat perbedaan yang signifikan antar kelompok, peningkatan nilai hematokrit pada dosis ini belum dapat dinyatakan sebagai pengaruh spesifik pemberian ekstrak daun kelor.

Perbandingan antara kelompok kontrol negatif dan kelompok perlakuan menunjukkan bahwa pemberian ekstrak daun kelor tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai hematokrit pada tikus hiperlipidemia. Hal ini ditunjukkan oleh hasil uji *Two-Way Anova* pada faktor kelompok dengan nilai $p = 0,386$ ($p > 0,05$). Meskipun beberapa kelompok perlakuan menunjukkan peningkatan nilai hematokrit yang lebih besar dibandingkan kelompok kontrol negatif, perbedaan tersebut tidak signifikan secara statistik. Sehingga, pemberian ekstrak daun kelor dosis 500 mg/kgBB, 750 mg/kgBB, dan 1000 mg/kgBB belum terbukti memberikan pengaruh yang berbeda secara signifikan terhadap nilai hematokrit dibandingkan kelompok kontrol negatif.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap jumlah eritrosit, kadar hemoglobin, dan nilai hematokrit dibandingkan dengan kelompok kontrol negatif. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian (Yu-Wen Zhang, 2024) yang menunjukkan bahwa pemberian *Moringa oleifera* tidak menyebabkan perbedaan yang signifikan pada jumlah eritrosit (RBC), kadar hemoglobin (HGB), dan nilai hematokrit (HCT) dibandingkan dengan kelompok kontrol [32]. Selain itu pada penelitian (Nurhayati, 2023) juga menunjukkan bahwa pemberian serbuk daun kelor pada tikus Wistar jantan dengan dosis 200, 400, dan 800 mg/kgBB selama 12 minggu tidak menyebabkan perubahan yang signifikan pada profil hematologi, termasuk jumlah eritrosit, kadar hemoglobin, dan nilai hematokrit. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pemberian kelor tidak selalu memberikan pengaruh yang bermakna terhadap parameter hematologi. Kondisi ini dapat

terjadi karena nilai eritrosit, hemoglobin, dan hematokrit masih berada dalam rentang fisiologis, sehingga pemberian kelor tidak menghasilkan perubahan yang cukup besar untuk menimbulkan perbedaan secara statistik

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan diantaranya durasi perlakuan selama 15 hari kemungkinan belum cukup untuk mengembalikan nilai eritrosit, hemoglobin, dan hematokrit ke kisaran normal yang lebih tinggi. Penelitian ini juga belum memeriksa kadar stres oksidatif pada hewan uji, sehingga diperlukan penelitian lanjutan untuk mengkaji mekanisme fisiologis dan farmakokinetiknya. Selain itu, penggunaan tikus putih sebagai hewan coba membatasi generalisasi hasil secara langsung pada manusia karena adanya perbedaan karakteristik metabolisme dan respons fisiologis.

IV. SIMPULAN

Pemberian ekstrak daun kelor dengan dosis 500 mg/kgBB, 700 mg/kgBB, 1000 mg/kgBB tidak berpengaruh signifikan terhadap jumlah eritrosit, kadar hemoglobin, dan nilai hematokrit pada tikus putih dengan kondisi hiperlipidemia. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan variasi dosis dan lama pemberian ekstrak daun kelor yang lebih beragam untuk menentukan dosis yang paling efektif dalam memperbaiki kondisi hiperlipidemia dan parameter hematologi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Laboratorium Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Laboratorium FMIPA Universitas Negeri Surabaya, serta seluruh pihak yang terlibat dan berkontribusi terhadap penelitian ini hingga penulisan artikel dapat terselesaikan.

REFERENSI

- [1] L. Anggraeni, Fakhruddin, Y. Irawan, "Pengaruh Pemberian Ekstrak Etanol Daun Karamunting (*Rhodomirtus tomentosa* (Ait.) Hassk.) Terhadap Kadar Kolesterol Dan Trigliserida Pada Mencit Putih Hiperlipidemia" 2021.
- [2] E. Putri, D. Situngkir, "Edukasi Mengenai Hiperlipidemia dan Hiperglikemia Serta Cara Mengatasinya pada Pekerja Bongkar Muat" vol. 2, no. 3, pp. 815–820, 2022.
- [3] A. Tenri, O. Rivai, "Identifikasi Senyawa yang Terkandung pada Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*)," vol. 6, no. 2, pp. 63–70, 2020.
- [4] Y. Nurmalasari, R. Rafie, W. Efrida, "Pengaruh Pemberian Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Terhadap Kadar Hemoglobin Pada Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) Galur Wistar Jantan" vol. 71, no. 1, pp. 63–71, 2021.
- [5] A. Giri, S. Tamgadge, "Red Blood Cells in Health and Disease" 2025, doi: 10.4103/jmau.jmau.
- [6] M. Ahmed, M. Safo, "Hemoglobin: Structure, Function and Allostery Mostafa" 2020. doi: 10.1007/978-3-030-41769-7.
- [7] D. Suzana, F. Suyatna, R. Andrajati, S. Purna Sari, A. Mun, "Effect of Moringa oleifera Leaves Extract Against Hematology and Blood Biochemical Value of Patients with Iron Deficiency Anemia" 2017.
- [8] K. Nasir, "Physiological Effects of Aqueous Myristica fragrans Extract on Lipid Profiles , Oxidative Stress , and Organ Function in Hyperlipidemic Male Albino Rats" pp. 1–17, 2024.
- [9] M. Sofia, L. Sierra, C. Minahk, "The role of oxidative stress in alterations of hematological parameters and in inflammatory markers induced by early hypercholesterolemia" *Life Sci.*, vol. 93, no. 15, pp. 503–508, 2013, doi: 10.1016/j.lfs.2013.08.003.
- [10] A. Pareek, M. Pant, M. Gupta, "Moringa oleifera: An Updated Comprehensive Review of Its Pharmacological Activities, Ethnomedicinal, Phytopharmaceutical Formulation, Clinical, Phytochemical, and Toxicological Aspects" *Int. J. Mol. Sci.*, vol. 24, no. 3, 2023, doi: 10.3390/ijms24032098.
- [11] T. Nurhayati, M. Fathoni, S. Fatimah, V. Tarawan, H. Goenawan, R. Dwiwina, "Effect of Moringa oleifera Leaf Powder on Hematological Profile of Male Wistar Rats" pp. 477–485, 2023.
- [12] P. Pagadala, "Effect of Moringa oleifera leaves on hematological profile of fluorosis affected rats" *Bioinformation*, vol. 18, no. 1, pp. 14–18, 2022, doi: 10.6026/97320630018014.
- [13] N. Putri, A. Wiraningtyas, P. Mutmainah, "Perbandingan Metode Ekstraksi Senyawa Aktif Daun Kelor (*Moringa Oleifera*): Metode Maserasi Dan Microwave-Assisted Extraction (MAE)" vol. 4, no. November, pp. 25–33, 2021.
- [14] A. Chintya, G. Sijabat, S. Isdadiyanto, A. J. Sitasiwi, "Histopatologi Hepar Tikus Dengan Induksi Pakan Tinggi Lemak Setelah Pemberian Biji Mahoni" vol. 29, no. 3, pp. 482–490, 2024, doi: 10.18343/jipi.29.3.482.
- [15] R. Joneri, J. L. Manalu, R. Dewi, "Penurunan Kadar Malondialdehid (Mda) Pada Tikus Putih Jantan

- Hiperlipidemia Oleh Pemberian Ekstrak Etanol Bajakah Tampala” vol. 23, no. 1, pp. 35–41, 2024.
- [16] L. S. Marhaeni, “Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Sebagai Sumber Pangan Fungsional Dan Antioksidan” vol. 13, no. 2, pp. 40–53, 2021.
- [17] D. Shooфина, J. Satria, R. Triyandi “Suplementasi Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* L .) Terhadap Anemia Defisiensi Besi” vol. 14, pp. 395–399, 2024.
- [18] M. Kort, K. Weber, L. Wilutzky, P. Neuenhahn, P. Allingham, “Historical control data for hematology parameters obtained from toxicity studies performed on different Wistar rat strains : Acceptable value ranges , definition of severity degrees , and vehicle effects” vol. 4, pp. 1–32, 2020, doi: 10.1177/2397847320931484.
- [19] D. Anzhari, N. Ritchie, A. Lubis “Donor Darah Dengan Hiperlipidemia Berdampak Terhadap Kualitas Darah Yang Disumbangkan” vol. 34, no. 4, pp. 1062–1073, 2024.
- [20] S. Cholishoh, Masyhudi “Pengaruh Ekstrak Seledri (*Apium Graveolens*) Terhadap Kadar Trigliserida Penelitian Eksperimental Pada Tikus Putih Kondisi Hiperlipidemia” vol. 3, pp. 1–8, 2026.
- [21] A. Saputra, F. Arfi, M. Yulian, “Analisis Fitokimia Dan Manfaat Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*)” vol. 2, no. 3, pp. 114–119, 2020.
- [22] A. Laeto, R. Inggarsih, S. Purnamasari, M. Diba, “Analisis Profil Eritrosit Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) Pasca Diet Vegetarian” pp. 107–118, 2022.
- [23] Y. Astuti, L. Idealistiana, “Efektivitas Teh Daun Kelor Terhadap Peningkatan Hb Pada Remaja Putri Dengan Anemia” vol. 6, pp. 2644–2655, 2024.
- [24] R. Mayangsari, H. Ihsan, A. Sri, R. Kasma, “Pengaruh Pemberian Es Krim dengan Penambahan Tepung Daun Kelor Terhadap Kadar Hemoglobin Remaja Putri Di Wilayah Kerja Puskesmas” vol. 6, no. 1, pp. 8–16, 2023.
- [25] E. Surya, S. Djaba, “Pengaruh pemberian sayur daun kelor terhadap peningkatan kadar hemoglobin pada ibu hamil” vol. 8, no. 1, 2023.
- [26] S. Birinci, M. Ulgu, M. Caglayan, “Hypertriglyceridemia and its impact on hematological indicators: A study based on Turkish national health database” vol. 10, no. 5, pp. 626–630, 2023, doi: 10.14744/nci.2023.71235.
- [27] O. Gultom, “Potensi Ekstrak Daun Bajei Tanaman Lokal Kalimantan Tengah Terhadap Kadar Hemoglobin Dan Hematokrit Pada Tikus Putih Anemia” pp. 9–16, 2025.
- [28] D. Chauhan, F. Memon, V. Patwardhan, P. Kotwani, P. Shah, “Comparing Simvastatin Monotherapy V / S Simvastatin-Ezetimibe Combination Therapy for the Treatment of Hyperlipidemia” vol. 14, no. 11, 2022, doi: 10.7759/cureus.31007.
- [29] D. Rusli, K. Amelia, S. Gading, “Formulasi dan Evaluasi Sediaan Gel Ekstrak Daun Kelor (*Moringa Oleifera* Lam .) Dengan Variasi NaCMC Sebagai Basis” no. 1, pp. 7–12, 2021.
- [30] M. Rambu, L. Paremadjanga, D. Novian, “Studi Kepustakaan Profil Eritosit Ayam Broiler Dengan Pemberian Moringa Oleifera Lam. Sebagai Feed Additive” vol. VII, no. 29, pp. 1–11.
- [31] N. Irfayanti, A. Sangka, N. Handayani, “Uji Toksisitas Subkronis Ekstrak Herba Suruhan (*Peperomia pellucida* (L .) Kunth) Terhadap Parameter Hematologi Tikus Putih (*Rattus norvegicus*)” vol. 9, no. 2, pp. 345–351, 2023.
- [32] Y. Zhang, F. Wang, M. Cai, “Evaluation of the feeding safety of Moringa (*Moringa oleifera* L.) in the Sprague Dawley rat” *Sci. Rep.*, vol. 14, no. 1, pp. 1–9, 2024, doi: 10.1038/s41598-024-51442-8.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.