# Pengaruh Pemberian Ekstrak Daun Kelor Terhadap Viabilitas Sperma Studi Eksperimental Pada Tikus Jantan Galur Wistar yang Diinduksi MSG

Alfa Nurfaizah*[1], Joko Wahyu Wibowo[2]
Fakultas Kedokteran, Universitas Islam Sultan Agung[1,2]
*e-mail: alfanurfa12@gmail.com

**ABSTRAK**

Paparan monosodium glutamat (MSG) diketahui dapat menurunkan kualitas sperma melalui peningkatan stres oksidatif, yang berdampak pada penurunan viabilitas spermatozoa. Daun kelor *(Moringa oleifera L.)* mengandung senyawa antioksidan yang berpotensi memberikan efek protektif terhadap sistem reproduksi pria. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian ekstrak daun kelor terhadap viabilitas spermatozoa pada tikus jantan galur Wistar yang diinduksi MSG. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan desain post-test only control group. Sebanyak 20 ekor tikus jantan galur wistar dibagi menjadi empat kelompok, yaitu kelompok sehat, kelompok kontrol negatif yang diberi MSG, serta dua kelompok perlakuan yang diberi MSG dan ekstrak daun kelor dengan dosis 175 mg/kgBB dan 350 mg/kgBB. Pemberian MSG dilakukan selama 14 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian MSG menurunkan viabilitas spermatozoa secara signifikan. Pemberian ekstrak daun kelor pada kelompok perlakuan meningkatkan viabilitas spermatozoa dibandingkan kelompok yang hanya diberi MSG, dengan perbedaan yang signifikan secara statistik ($p < 0,05$). Dosis 350 mg/kgBB menunjukkan efek protektif yang lebih baik dibandingkan dosis 175 mg/kgBB. Penelitian ini menyimpulkan bahwa ekstrak daun kelor berpotensi meningkatkan viabilitas spermatozoa pada tikus jantan yang diinduksi monosodium glutamat (MSG). Selain itu, ekstrak daun kelor berpotensi dikembangkan sebagai agen protektif alami terhadap gangguan sistem reproduksi akibat paparan MSG.

***Kata kunci*** : *ekstrak daun kelor; Moringa oleifera; viabilitas spermatozoa; monosodium glutamat; Wistar..*

***ABSTRACT***

*Exposure to monosodium glutamate (MSG) is known to reduce sperm quality by increasing oxidative stress, which results in decreased spermatozoa viability. Moringa oleifera L. leaves contain antioxidant compounds that have the potential to provide a protective effect on the male reproductive system. This study aims to determine the effect of Moringa leaf extract on spermatozoa viability in male Wistar rats induced by MSG. This study was an experimental study with a post-test only control group design. A total of 20 male Wistar rats were divided into four groups: a healthy group, a negative control group given MSG, and two treatment groups given MSG and Moringa leaf extract at doses of 175 mg/kgBW and 350 mg/kgBW. MSG administration was carried out for 14 days. The results showed that MSG administration significantly reduced spermatozoa viability. Administration of Moringa leaf extract to the treatment group increased spermatozoa viability compared to the group given only MSG, with a statistically significant difference ($p < 0.05$). A dose of 350 mg/kgBW showed a better protective effect than a dose of 175 mg/kgBW. This study concluded that Moringa leaf extract has the potential to increase sperm viability in male rats induced by monosodium glutamate (MSG). Furthermore, Moringa leaf extract has the potential to be developed as a natural protective agent against reproductive system disorders caused by MSG exposure.*

*Keywords: Moringa leaf extract; Moringa oleifera; sperm viability; monosodium glutamate; Wistar.*

## PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dan perubahan gaya hidup masyarakat modern telah mendorong meningkatnya kebutuhan akan produk pangan yang praktis, cepat saji, dan memiliki cita rasa yang kuat. Kondisi ini mendorong produsen makanan untuk menggunakan bahan tambahan pangan, salah satunya monosodium glutamat (MSG), yang berfungsi sebagai penambah rasa (Badriyah Lailatul, 2019). Monosodium glutamat merupakan garam natrium dari asam glutamat yang secara alami terdapat pada protein hewani dan nabati, serta berperan dalam memberikan rasa umami pada makanan (Lestari et al., 2021). Penggunaan MSG dinilai efektif dalam meningkatkan palatabilitas makanan, namun konsumsi yang berlebihan dilaporkan dapat menimbulkan berbagai efek samping yang berpotensi merugikan kesehatan.

Secara biologis, glutamat yang terkandung dalam MSG dapat memicu berbagai reaksi pada tingkat seluler, salah satunya melalui pembentukan radikal bebas yang menyebabkan stres oksidatif. Stres oksidatif terjadi ketika jumlah *reactive oxygen species* (ROS) dalam tubuh melebihi kapasitas sistem antioksidan endogen. Peningkatan ROS ini berpotensi menimbulkan kerusakan pada berbagai jaringan dan organ tubuh, termasuk organ reproduksi pria, khususnya

testis (Theodorus et al., 2020). Beberapa penelitian melaporkan bahwa paparan MSG dapat menurunkan kualitas sperma, yang ditandai dengan berkurangnya jumlah spermatozoa, meningkatnya persentase sperma abnormal, serta menurunnya viabilitas dan motilitas sperma (Respati, 2023).

Penggunaan MSG di berbagai negara dilaporkan terus mengalami peningkatan hingga sekitar ±1 gram per hari, sehingga berpotensi menyebabkan kerusakan seluler pada beberapa organ tubuh (Lestari, Wardani, & Sudarsono, 2021). Berbagai lembaga internasional seperti Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA), US Food and Drug Administration (FDA), Komunitas Kesehatan Eropa, serta Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) menetapkan batas asupan harian MSG sebagai "not specified" atau digunakan dalam jumlah secukupnya. Namun, FAO/WHO juga melaporkan bahwa batas maksimum konsumsi MSG yang masih dapat diterima dan dinilai aman adalah sebesar 120 mg/kg berat badan per hari (Kurtanty et al., 2019). Data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2024 menunjukkan bahwa rata-rata konsumsi penyedap masakan atau vetsin di Indonesia mencapai 7,29 gram/kapita/hari, yang mengindikasikan bahwa konsumsi MSG di Indonesia berpotensi melebihi batas aman yang dianjurkan WHO.

Selain itu, hasil survei Persatuan Pabrik Monosodium Glutamat dan Glutamic Acid Indonesia (P2MI) menunjukkan adanya tren peningkatan konsumsi MSG nasional, dari 100.568 ton menjadi 122.966 ton, dengan estimasi rata-rata konsumsi sebesar 1,53 gram/kapita/hari (Kurtanty et al., 2019). Kondisi ini menjadi perhatian serius mengingat menurut WHO, sekitar 17,5% populasi orang dewasa di dunia atau setara dengan satu dari enam individu mengalami infertilitas (WHO, 2023). Pada kasus infertilitas pria, sekitar 30–80% di antaranya disebabkan oleh stres oksidatif yang dipicu oleh faktor lingkungan, termasuk pola konsumsi makanan yang mengandung MSG (Agarwal et al., 2018).

Studi eksperimental menunjukkan bahwa MSG dapat menimbulkan toksisitas reproduksi pada hewan jantan. Penelitian oleh Wang et al. melaporkan bahwa MSG dapat merusak neuron gonadotropin-releasing hormone (GnRH), yang merupakan ciri khas toksisitas reproduksi jantan. Selain itu, Rahimi et al. juga melaporkan bahwa konsumsi MSG dapat meningkatkan kejadian apoptosis pada epitel germinal testis (Oluwole & Et.al., 2024). Secara mekanisme, produksi ROS berlebih akibat paparan MSG dapat menyebabkan peroksidasi lipid membran sperma, kerusakan DNA spermatozoa, serta gangguan fungsi dan pergerakan sperma. Kerusakan integritas membran ini berdampak langsung pada penurunan motilitas dan viabilitas sperma. Selain itu, MSG juga diketahui dapat mengganggu sekresi GnRH, yang berakibat pada penurunan sekresi *hormon luteinizing hormone* (LH) dan *follicle-stimulating hormone* (FSH), dua hormon yang berperan penting dalam fungsi normal testis dan proses spermatogenesis (Sylvia et al., 2016).

Produksi ROS yang berlebihan juga dapat mengaktivasi faktor transkripsi yang menginduksi ekspresi mediator inflamasi seperti tumor necrosis factor-α (TNF-α), interleukin (IL-1), interferon (IFN), nitric oxide (NO), dan transforming growth factor-β3 (TGF-β3), yang selanjutnya memperparah kondisi stres oksidatif dan peradangan jaringan (Dutta & others, 2021). Oleh karena itu, diperlukan upaya preventif melalui pemberian senyawa antioksidan untuk menekan dampak negatif stres oksidatif akibat MSG.

Tanaman kelor (*Moringa oleifera*) merupakan tanaman tradisional Indonesia yang dikenal memiliki kandungan fitokimia beragam dan bersifat multiguna dalam aktivitas biologisnya (Saputri & others, 2021). Daun kelor mengandung berbagai nutrisi dan senyawa aktif, seperti flavonoid, fenolik, karotenoid, vitamin, mineral, protein, serta antioksidan alami (Satrianawaty et al., 2019). Senyawa flavonoid diketahui memiliki potensi signifikan dalam menangkal ROS dan mencegah terjadinya stres oksidatif (Octavia et al., 2021). Keberadaan antioksidan ini berperan penting dalam melindungi membran spermatozoa dari kerusakan oksidatif (Rokana & others, 2022).

Beberapa penelitian menunjukkan efektivitas daun kelor dalam menjaga kualitas sperma. Pemberian ekstrak daun kelor dosis 400 mg/kgBB/hari terbukti mampu mempertahankan motilitas dan viabilitas spermatozoa tikus putih yang terpapar panas (Octavia et al., 2021). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa pemberian ekstrak tanaman yang kaya flavonoid dapat meningkatkan viabilitas sperma pada tikus jantan yang diinduksi MSG (Rizki & others, 2019). Penelitian reproduksi umumnya menggunakan tikus galur Wistar karena memiliki fertilitas tinggi dan perilaku reproduksi yang stabil (Simbolon et al., 2013). Selain itu, sediaan ekstrak dinilai lebih unggul dibandingkan jus karena memiliki kemurnian antioksidan yang lebih tinggi (Simamora, 2019).

Meskipun beberapa penelitian telah mengkaji efek jus daun kelor terhadap motilitas sperma pada hewan yang diinduksi MSG (Ningsih, 2018), hingga saat ini masih terbatas penelitian yang secara khusus meneliti pengaruh ekstrak daun kelor terhadap viabilitas sperma yang diinduksi MSG. Oleh karena itu, berdasarkan tingginya konsumsi MSG,

dampaknya terhadap sistem reproduksi pria, potensi antioksidan ekstrak daun kelor, serta kesesuaian penggunaan tikus galur Wistar sebagai hewan coba, maka penelitian ini penting untuk dilakukan.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental murni (*true experimental*) dengan pendekatan *in vivo* menggunakan rancangan post-test only control group design. Hewan coba yang digunakan adalah tikus putih jantan galur Wistar yang dipapar monosodium glutamat (MSG). Subjek penelitian terlebih dahulu diadaptasi selama 7 hari, kemudian dilakukan randomisasi ke dalam empat kelompok perlakuan, yaitu kelompok kontrol sehat (K1) yang hanya diberikan pakan standar, kelompok kontrol negatif (K2) yang diberikan pakan standar dan MSG, serta dua kelompok perlakuan (K3 dan K4) yang masing-masing diberikan pakan standar, MSG, dan ekstrak daun kelor dengan dosis 175 mg/kgBB dan 350 mg/kgBB. Setelah periode perlakuan selama 14 hari, seluruh hewan coba dilakukan observasi untuk menilai viabilitas spermatozoa.

Populasi penelitian adalah tikus putih jantan galur Wistar yang dipelihara di Laboratorium Pusat Studi Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada. Sampel penelitian dipilih berdasarkan kriteria inklusi, yaitu tikus jantan sehat berusia 2–3 bulan dengan berat badan 150–250 gram, serta kriteria eksklusi berupa tikus yang sakit atau mati selama masa adaptasi. Besar sampel ditentukan berdasarkan rekomendasi World Health Organization (WHO), yaitu minimal lima ekor tikus per kelompok, sehingga total sampel yang digunakan sebanyak 20 ekor tikus yang dibagi secara merata ke dalam empat kelompok perlakuan. Penelitian ini telah memperoleh persetujuan etik dari Komite Etik Penelitian Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

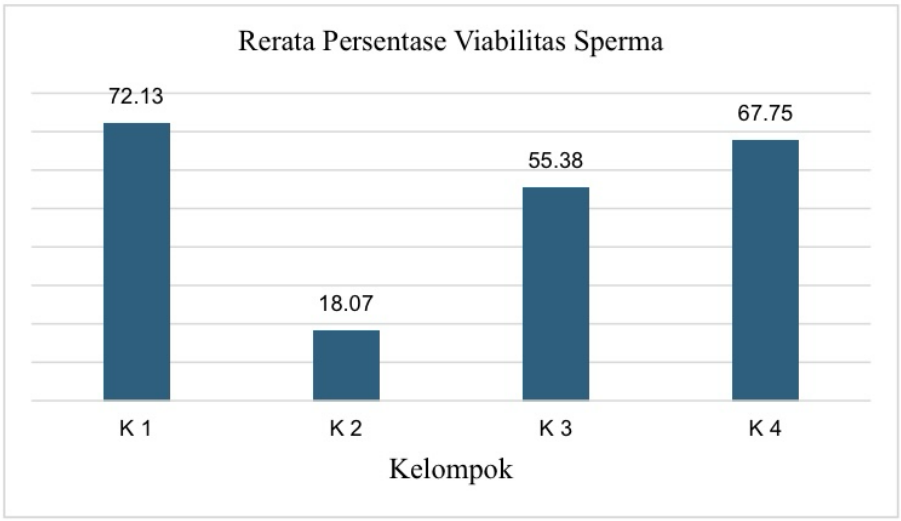
Ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) dibuat menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol 96%. Daun kelor dikeringkan, dihaluskan menjadi serbuk, kemudian dimaserasi dengan perbandingan 1:10 selama tiga hari dan dilanjutkan dengan remaserasi selama dua hari. Filtrat yang diperoleh diuapkan menggunakan rotary evaporator hingga diperoleh ekstrak kental. Ekstrak kemudian diberikan secara per oral menggunakan sonde satu kali sehari selama 14 hari sesuai dosis kelompok perlakuan. Induksi MSG diberikan dengan dosis 1,6 g/kgBB/hari secara per oral selama periode yang sama. Seluruh hewan coba memperoleh pakan dan minum standar selama penelitian berlangsung.

Pengambilan sampel spermatozoa dilakukan pada hari ke-15 dengan metode *cervical dislocation*, dilanjutkan pembedahan untuk mengambil epididimis dan duktus deferens. Suspensi sperma dibuat menggunakan larutan NaCl fisiologis 0,9% dan segera dilakukan pemeriksaan viabilitas spermatozoa dengan metode pewarnaan eosin–nigrosin. Preparat diamati menggunakan mikroskop cahaya dengan pembesaran 400×, dan viabilitas dinyatakan sebagai persentase spermatozoa hidup dari 100 sel yang diamati. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan perangkat lunak SPSS melalui uji normalitas Shapiro–Wilk dan uji homogenitas Levene. Karena data tidak terdistribusi normal namun homogen, analisis perbedaan antar kelompok dilakukan menggunakan uji Kruskal–Wallis, dan dilanjutkan dengan uji *post hocMann–Whitney U* untuk mengetahui pasangan kelompok yang berbeda secara signifikan..

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang membahas pengaruh ekstrak daun kelor *(Moringa oleifera L.)* terhadap viabilitas spermatozoa ini melibatkan sebanyak 20 ekor tikus jantan galur wistar yang dikelompokkan ke dalam empat kelompok perlakuan. Tiga dari empat kelompok tersebut diberikan paparan monosodium glutamat (MSG) dengan dosis 1,6 g/KgBB selama periode empat belas hari. Kelompok 1 hanya menerima pakan dan minum standar, sedangkan Kelompok 2 mendapat pakan dan minum standar disertai pemberian MSG. Adapun Kelompok 3 dan Kelompok 4, selain diberikan pakan standar dan MSG, juga memperoleh ekstrak daun kelor masing-masing dengan dosis 175 mg/KgBB dan 350 mg/KgBB. Penilaian viabilitas spermatozoa dilakukan pada hari ke-15 setelah seluruh perlakuan selesai, menggunakan mikroskop cahaya dengan pembesaran 400x.

Rancangan penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental laboratorik dengan desain *post-test only control group design*, sehingga perbandingan viabilitas spermatozoa dilakukan setelah seluruh intervensi diberikan. Pemilihan tikus jantan galur Wistar sebagai hewan coba didasarkan pada karakteristik fisiologisnya yang relatif stabil dan sering digunakan dalam penelitian reproduksi. Induksi MSG selama empat belas hari bertujuan untuk menimbulkan kondisi stres oksidatif yang dapat memengaruhi kualitas spermatozoa, sedangkan pemberian ekstrak daun kelor dimaksudkan untuk mengevaluasi efek protektifnya terhadap penurunan viabilitas. Dengan prosedur pengamatan menggunakan mikroskop cahaya pembesaran 400x, data yang diperoleh diharapkan mampu memberikan gambaran yang akurat mengenai persentase spermatozoa hidup pada masing-masing kelompok perlakuan.




**Gambar 1.** Rerata Persentase Viabilitas Sperma

Berdasarkan Gambar 1, kelompok 1 sebagai kontrol sehat menunjukkan rata-rata viabilitas spermatozoa tertinggi sebesar 72,13%, sedangkan kelompok 2 sebagai kontrol negatif yang hanya diberi MSG, memiliki rata-rata viabilitas terendah yaitu 18,07%. Pada kelompok 3 yang diberi MSG dan ekstrak daun kelor 175 mg/KgBB memperoleh rata-rata viabilitas sebesar 55,38%, sedangkan kelompok 4 yang diberi MSG dan eksreak daun kelor 350 mg/KgBB memeroleh rata-rata viabilitas spermatozoa sebesar 67,75%. Data viabilitas spermatozoa tersebut dianalisis normalitas dan homogenitas menggunakan uji statistik yang sesuai untuk menentukan perbedaan antar kelompok.

Hasil deskriptif tersebut menunjukkan adanya pola penurunan viabilitas yang nyata pada kelompok yang hanya diberikan MSG dibandingkan dengan kontrol sehat. Selisih rerata yang cukup besar antara K1 dan K2 mengindikasikan bahwa paparan MSG berkontribusi terhadap penurunan kemampuan hidup spermatozoa. Sebaliknya, pada kelompok yang mendapatkan kombinasi MSG dan ekstrak daun kelor (K3 dan K4), terjadi peningkatan kembali nilai viabilitas dibandingkan kontrol negatif, yang menunjukkan adanya efek protektif dari pemberian ekstrak daun kelor.

Sebelum dilakukan analisis komparatif lebih lanjut, data viabilitas spermatozoa terlebih dahulu diuji normalitas dan homogenitasnya untuk memastikan pemilihan uji statistik yang tepat. Pengujian ini penting untuk menentukan apakah data memenuhi asumsi parametrik atau memerlukan pendekatan nonparametrik. Dengan demikian, analisis dilakukan secara sistematis agar hasil perbandingan antar kelompok memiliki validitas statistik yang kuat dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Secara keseluruhan, pola peningkatan viabilitas pada kelompok perlakuan dosis 175 mg/KgBB dan 350 mg/KgBB menunjukkan adanya kecenderungan efek dosis terhadap perbaikan kualitas spermatozoa. Kelompok dengan dosis lebih tinggi memperlihatkan rerata viabilitas yang lebih mendekati kontrol sehat, sehingga mengindikasikan bahwa peningkatan dosis ekstrak daun kelor berpotensi memberikan perlindungan yang lebih optimal terhadap penurunan viabilitas akibat paparan MSG.

**Tabel 1.** Rerata Persentase Viabilitas Sperma, Hasil analisis Uji Normalitas, Homogenitas, dan Uji Kruskal-Wallis antar kelompok

| Kelompok | Rerata ± SD (%) | *p-value* | | |
|---|---|---|---|---|
| | | *Shapiro wilk* | *Levene* | Kruskal-Wallis |
| K 1 | 72,13± 0,68 | 0,031 | 0,175** | 0.000 |
| K 2 | 18,07± 0, 43 | 0,011 | | |
| K 3 | 55,38± 1,52 | 0,686* | | |
| K 4 | 67,75 ± 0,79 | 0,897* | | |

Keterangan : * = distribusi data normal; ** = varian data homogen

Berdasarkan tabel 1, data hasil penelitian setiap kelompok, maka dilakukan uji normalitas Shapiro Wilk yang menunjukkan bahwa terdapat kelompok dengan nilai $p<0,05$, berarti data tidak berdistribusi normal. Selanjutnya,

dilakukan uji homogenitas Levene Statistic menghasilkan nilai p-velue = 0,175 (p>0,05) yang mengindikasikan varians data antar kelompok homogen, sehingga keempat kelompok tidak memenuhi syarat uji parametrik. Uji selanjutnya menggunakan Kruskal-Wallis (Data tidak normal dan homogen). Hasil Kruskal-Wallis didapatkan p = 0,000 (p<0,05), menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan kadar viabilitas antar kelompok penelitian.

Hasil uji Kruskal–Wallis tersebut mengindikasikan bahwa terdapat perbedaan kadar viabilitas spermatozoa yang bermakna secara statistik di antara kelompok kontrol sehat, kontrol negatif, serta kelompok perlakuan dengan dosis ekstrak daun kelor yang berbeda. Dengan nilai p < 0,05, hipotesis nol yang menyatakan tidak adanya perbedaan antar kelompok dapat ditolak. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan memberikan efek yang berbeda terhadap viabilitas spermatozoa tikus jantan galur Wistar.

Pada uji Kruskal–Wallis hanya mampu mendeteksi adanya perbedaan secara umum tanpa menunjukkan pasangan kelompok yang berbeda secara spesifik, maka analisis dilanjutkan dengan uji post hoc menggunakan Mann–Whitney U. Penggunaan uji nonparametrik lanjutan ini tetap mempertimbangkan hasil uji normalitas yang menunjukkan distribusi data tidak normal. Dengan demikian, prosedur analisis yang dilakukan telah sesuai dengan kaidah statistik untuk data yang tidak memenuhi asumsi parametrik.

Secara keseluruhan, tahapan analisis statistik yang sistematis ini memperkuat validitas hasil penelitian bahwa terdapat pengaruh perlakuan terhadap kadar viabilitas spermatozoa. Perbedaan yang signifikan antar kelompok menunjukkan bahwa paparan MSG serta pemberian ekstrak daun kelor pada dosis tertentu berkontribusi terhadap variasi tingkat viabilitas. Temuan ini memberikan dasar yang kuat untuk pembahasan lebih lanjut mengenai efektivitas ekstrak daun kelor dalam mempertahankan kualitas spermatozoa pada kondisi stres oksidatif.

**Tabel 2.** Hasil Analisis Perbedaan kadar Viabilitas dengan Uji *Post Hoc* Mann Whitney U

| Kelompok | | Uji Post Hoc **Mann Whitney U** |
|---|---|---|
| K1 | K2 | 0,009* |
| K1 | K3 | 0,009* |
| K1 | K4 | 0,009* |
| K2 | K3 | 0,009* |
| K2 | K4 | 0,009* |
| K3 | K4 | 0,009* |

Keterangan : * p < 0,05 : berbeda signifikan

Penelitian ini membandingkan empat kelompok, meliputi K1 (kontrol sehat), K2 (kontrol negatif), K3 (perlakuan 1), dan K4 (perlakuan 2). Berdasarkan Tabel 2, hasil analisis perbedaan kadar viabilitas spermatozoa menggunakan Uji *Post Hoc Mann–Whitney U* menunjukkan bahwa seluruh pasangan kelompok penelitian memiliki perbedaan yang signifikan secara statistik. Hal ini ditunjukkan oleh nilai p = 0,009 (p < 0,05) pada setiap perbandingan antar kelompok, sehingga perlakuan yang diberikan masing-masing kelompok memberikan efek yang berbeda terhadap viabilitas spermatozoa tikus jantan galur wistar.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa setiap variasi perlakuan memberikan pengaruh yang berbeda secara nyata terhadap tingkat viabilitas spermatozoa. Tidak adanya pasangan kelompok yang menunjukkan nilai p di atas batas signifikansi mengindikasikan bahwa respons biologis pada masing-masing kelompok benar-benar berbeda, baik antara kontrol sehat dan kontrol negatif maupun antara kelompok perlakuan dengan dosis yang berbeda. Dengan demikian, perbedaan viabilitas yang teramati bukan terjadi secara kebetulan, melainkan merupakan konsekuensi dari intervensi yang diberikan.

Secara biologis, viabilitas spermatozoa mencerminkan kemampuan sel sperma untuk mempertahankan integritas membran plasma dan fungsi fisiologisnya. Penurunan viabilitas umumnya berkaitan dengan peningkatan stres oksidatif yang dapat merusak struktur membran dan komponen intraseluler spermatozoa. Oleh karena itu, perbedaan signifikan antar kelompok menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan berperan dalam memengaruhi tingkat kerusakan atau perlindungan sel sperma, terutama pada kelompok yang terpapar faktor induksi dibandingkan dengan kelompok yang mendapatkan perlindungan atau terapi.

Secara keseluruhan, hasil uji *Mann–Whitney U* ini memperkuat temuan bahwa perlakuan yang diberikan memiliki dampak nyata terhadap kualitas reproduksi, khususnya pada parameter viabilitas spermatozoa. Perbedaan yang konsisten pada seluruh pasangan kelompok juga mengindikasikan adanya pola efek yang jelas antar dosis perlakuan. Dengan demikian, analisis ini memberikan dasar yang kuat untuk menyimpulkan bahwa intervensi yang diterapkan berpengaruh signifikan terhadap viabilitas spermatozoa tikus jantan galur Wistar.

**Pembahasan**

Berdasarkan hasil penelitian ini, pemberian MSG 14 hari menyebabkan penurunan viabilitas spermatozoa secara signifikan. Hal ini terlihat dari menurunnya rerata viabilitas pada kelompok kontrol negatif (K2) yang hanya diberi MSG, yaitu 18,07%. Temuan tersebut sejalan dengan laporan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa kandungan glutamat dalam MSG dapat memicu berbagai reaksi pada tingkat seluler, termasuk peningkatan pembentukan radikal bebas dan terjadinya stres oksidatif (Muharani, 2016). Akumulasi radikal bebas yang berlebihan dapat menimbulkan kerusakan pada berbagai organ tubuh, termasuk testis sebagai salah satu organ reproduksi pria (Theodorus et al., 2020). Kerusakan tersebut salah satunya ditunjukkan oleh menurunnya viabilitas spermatozoa (Respati, 2023). Sebaliknya, kelompok kontrol sehat (K1) menunjukkan rerata viabilitas tertinggi yaitu 72,13%. Hasil ini menggambarkan kondisi fisiologis normal spermatozoa tanpa paparan toksik. Perbedaan yang signifikan antara K1 dan K2 ($p = 0,009$) menegaskan bahwa MSG memberikan dampak negatif yang kuat terhadap viabilitas sperma.

Pada penelitian ini, kelompok 3 dan 4 yang diberi MSG 1,6 g/KgBB dan ekstrak daun kelor dengan masing-masing dosis 175 dan 350 mg/kgBB/hari memiliki persentase viabilitas spermatozoa lebih tinggi dibanding dengan kelompok yang hanya diberi MSG saja, selain itu perbandingan rerata kelompok 3 dan 4 berbeda signifikan dengan kelompok 2 yang menunjukkan bahwa pemberian ekstrak daun kelor mampu memperbaiki viabilitas spermatozoa yang mengalami penurunan akibat paparan MSG. Ekstrak daun kelor menunjukkan aktivitas antioksidan tinggi karena kandungan flavonoid dan fenoliknya. Antioksidan membantu menyeimbangkan radikal bebas dalam tubuh dan melindungi dari stres oksidatif (Islam & others, 2021). Keberadaan antioksidan dapat menghambat atau mencegah kerusakan membran spermatozoa. Penelitian ini mendukung potensi ekstrak daun kelor sebagai agen protektif pada kerusakan sel sperma yang dipicu oleh paparan zat toksik, misalnya MSG.

Temuan tersebut konsisten dengan penelitian yang dilakukan oleh Ningsih (2018) yang melaporkan bahwa pemberian jus daun kelor *(Moringa oleifera L.)* berpengaruh pada tikus jantan galur wistar yang diinduksi dengan Monosodium Glutamat (MSG) terhadap motilitas sperma, yang secara tidak langsung juga memengaruhi viabilitas spermanya (Ningsih, 2018). Efek proteksi spermatozoa dengan ekstrak daun kelor juga lebih besar dibandingkan bentuk jus, sehingga ekstrak berpotensi menjadi bentuk sediaan yang lebih unggul. Pada penelitian Ningsih (2018) juga melaporkan jika semakin tinggi dosis yang diberikan, semakin tinggi pula persentase motilitas spermatozoa yang secara tidak langsung berkaitan dengan viabilitas spermatozoa (Rizki & others, 2019). Temuan tersebut selaras dengan penelitian ini, yang dibuktikan dengan adanya perbedaan yang bermakna antara kelompok 3 (esktrak daun kelor dosis 175 mg/KgBB) dan kelompok 4 (esktrak daun kelor dosis 350 mg/KgBB) yang menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan viabilitas spermatozoa seiring dengan peningkatan dosis ekstrak daun kelor. Hal ini mengindikasikan adanya peningkatan dosis terhadap kemampuan ekstrak daun kelor dalam melindungi viabilitas spermatozoa dari dampak negatif MSG.

Secara fisiologis, peningkatan viabilitas spermatozoa pada kelompok yang mendapatkan ekstrak daun kelor erat kaitannya dengan peran stres oksidatif dalam patogenesis gangguan fungsi reproduksi pria. *Reactive oxygen species* (ROS) yang berlebihan dapat menyebabkan peroksidasi lipid membran spermatozoa, kerusakan protein, serta fragmentasi DNA yang berujung pada penurunan viabilitas sel (Agarwal et al., 2018; Wagner et al., 2018). Dalam kondisi paparan MSG, ketidakseimbangan antara produksi radikal bebas dan sistem antioksidan endogen menjadi faktor utama terjadinya kerusakan sel sperma, sehingga intervensi antioksidan menjadi strategi yang rasional untuk mempertahankan integritas spermatozoa.

Berbagai kajian melaporkan bahwa MSG dalam dosis tinggi dapat memicu stres oksidatif dan respons inflamasi pada organ reproduksi jantan, termasuk testis (Dutta & others, 2021; Oluwole & Et.al., 2024). Dampak toksik MSG juga telah dibuktikan melalui perubahan histopatologi pada jaringan testis dan organ lain pada hewan coba (Lestari et al., 2021; Sylvia et al., 2016). Secara umum, konsumsi MSG memang dinyatakan aman dalam batas tertentu, namun penggunaan berlebihan dan paparan eksperimental dosis tinggi tetap menunjukkan potensi efek toksik (Kurtanty et al., 2019; Yonata & Indah, 2016). Oleh karena itu, model induksi MSG pada penelitian ini relevan untuk menggambarkan kondisi stres oksidatif yang berdampak pada penurunan viabilitas spermatozoa.

Ekstrak daun kelor diketahui memiliki kandungan senyawa bioaktif seperti flavonoid, polifenol, vitamin, dan mineral yang berperan sebagai antioksidan kuat (BPOM, 2016; Islam & others, 2021). Uji aktivitas antioksidan menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun kelor memiliki kemampuan menangkap radikal bebas yang signifikan (Wahid et al., 2017). Senyawa flavonoid seperti quercetin juga dilaporkan memiliki efek protektif terhadap cedera testikular melalui mekanisme antioksidan dan antiinflamasi (Zhang et al., 2023). Mekanisme inilah yang diduga mendasari peningkatan viabilitas spermatozoa pada kelompok yang memperoleh ekstrak daun kelor dalam penelitian ini.

Temuan penelitian ini juga konsisten dengan berbagai studi eksperimental lain yang melaporkan bahwa pemberian ekstrak daun kelor mampu memperbaiki kualitas sperma pada berbagai kondisi stres. Octavia et al. (2021) melaporkan peningkatan motilitas dan viabilitas spermatozoa pada tikus dengan paparan panas setelah pemberian

ekstrak daun kelor. Hasil serupa juga ditunjukkan pada penelitian Saputri et al. (2021) serta Rokana et al. (2022), yang menegaskan peran kelor dalam mempertahankan kualitas semen melalui mekanisme proteksi seluler. Dengan demikian, efek protektif yang ditemukan dalam penelitian ini memperkuat bukti empiris mengenai manfaat kelor dalam sistem reproduksi jantan.

Selain itu, peningkatan efek seiring dengan kenaikan dosis ekstrak menunjukkan adanya hubungan dosis-respons yang jelas. Fenomena ini sejalan dengan laporan Rizki et al. (2019) yang menunjukkan bahwa peningkatan dosis ekstrak tanaman berantioksidan berbanding lurus dengan peningkatan viabilitas spermatozoa pada hewan coba yang diinduksi MSG. Hubungan dosis-respons ini memperkuat dugaan bahwa kandungan senyawa aktif dalam ekstrak daun kelor bekerja secara kumulatif dalam menetralisir radikal bebas, sehingga semakin tinggi dosis yang diberikan, semakin optimal perlindungan terhadap membran dan struktur sel spermatozoa.

Secara klinis dan kesehatan masyarakat, temuan ini memiliki relevansi penting mengingat infertilitas pria merupakan masalah global yang memengaruhi sekitar 1 dari 6 individu di dunia (WHO, 2023). Stres oksidatif telah diidentifikasi sebagai salah satu faktor utama penyebab infertilitas pria (Agarwal et al., 2018). Oleh karena itu, pemanfaatan bahan alam dengan potensi antioksidan tinggi seperti ekstrak daun kelor dapat menjadi alternatif atau terapi komplementer dalam upaya pencegahan kerusakan sel sperma akibat paparan zat toksik. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan agen fitoterapi berbasis Moringa oleifera untuk mendukung kesehatan reproduksi pria.

Penelitian ini memiliki keterbatasan pada parameter yang diteliti, di mana hanya menilai pada viabilitas spermatozoa. Parameter lain yang juga berperan penting dalam menggambarkan kondisi sistem reproduksi pria, seperti perubahan histologi testis, kadar hormon reproduksi (LH, FSH, dan testosteron), serta kerusakan DNA spermatozoa, belum dianalisis dalam penelitian ini. Sementara itu, paparan monosodium glutamat (MSG) diketahui tidak hanya memengaruhi viabilitas sperma, tetapi juga berpotensi menimbulkan gangguan struktural pada jaringan testis, ketidakseimbangan hormon, serta kerusakan DNA. Oleh karena itu, penelitian lanjutan dengan cakupan parameter yang lebih luas diperlukan untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai efek protektif ekstrak daun kelor terhadap sistem reproduksi pria.

Selain itu, penelitian ini juga belum mengevaluasi secara mendalam mekanisme molekuler yang mendasari efek protektif ekstrak daun kelor terhadap viabilitas spermatozoa. Parameter seperti kadar malondialdehida (MDA), aktivitas enzim antioksidan (SOD, katalase, dan glutathione peroksidase), serta ekspresi penanda inflamasi dan apoptosis belum dianalisis. Padahal, pengukuran parameter-parameter tersebut penting untuk menjelaskan secara lebih spesifik jalur stres oksidatif dan respons seluler yang terlibat dalam kerusakan maupun perbaikan sel sperma akibat paparan MSG dan pemberian ekstrak daun kelor.

Di samping itu, keterbatasan jumlah sampel dan durasi perlakuan yang relatif singkat juga dapat memengaruhi generalisasi hasil penelitian. Penelitian lanjutan dengan jumlah sampel yang lebih besar, variasi dosis yang lebih luas, serta periode observasi yang lebih panjang diperlukan untuk memastikan konsistensi efek dan keamanan penggunaan ekstrak daun kelor dalam jangka panjang. Dengan pendekatan yang lebih komprehensif dan multidimensional, diharapkan diperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai potensi ekstrak daun kelor sebagai agen protektif terhadap gangguan fungsi reproduksi pria akibat paparan zat toksik seperti MSG.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pemberian ekstrak daun kelor berpengaruh signifikan terhadap viabilitas spermatozoa tikus jantan galur Wistar yang diinduksi monosodium glutamat (MSG). Kelompok kontrol sehat yang hanya memperoleh pakan dan air minum standar menunjukkan persentase rerata viabilitas spermatozoa sebesar 72,13%, sedangkan pada kelompok kontrol negatif yang diinduksi MSG dosis 1,6 g/kgBB/hari terjadi penurunan viabilitas yang bermakna hingga 18,07% ($P<0,05$). Pemberian ekstrak daun kelor pada kelompok perlakuan mampu meningkatkan viabilitas spermatozoa secara signifikan dibandingkan kelompok kontrol negatif, dengan persentase rerata sebesar 55,38% pada dosis 175 mg/kgBB dan 67,75% pada dosis 350 mg/kgBB. Perbedaan yang bermakna antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol negatif ($P<0,05$) menunjukkan bahwa ekstrak daun kelor efektif dalam memperbaiki penurunan viabilitas spermatozoa akibat paparan MSG, dengan peningkatan efek yang sejalan dengan peningkatan dosis ekstrak yang diberikan.

Berdasarkan temuan tersebut, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengeksplorasi mekanisme molekuler yang mendasari efek protektif ekstrak daun kelor terhadap viabilitas spermatozoa, khususnya melalui analisis parameter stres oksidatif, aktivitas enzim antioksidan, serta evaluasi histopatologi jaringan testis. Selain itu, diperlukan variasi dosis yang lebih luas dan durasi pemberian yang berbeda untuk menentukan dosis optimal dan keamanan jangka panjang penggunaan ekstrak daun kelor. Penelitian lanjutan juga dapat mempertimbangkan pengukuran parameter kualitas

sperma lainnya, seperti morfologi dan integritas DNA, guna memperoleh gambaran komprehensif mengenai potensi ekstrak daun kelor sebagai agen protektif terhadap gangguan fungsi reproduksi akibat paparan MSG.

## DAFTAR PUSTAKA


Agarwal, A., Qiu, E., & Sharma, R. (2018). Laboratory assessment of oxidative stress in semen. *Arab Journal of Urology*, *16*(1), 77–86. https://doi.org/10.1016/j.aju.2017.11.008

Badriyah Lailatul. (2019). Education on the Using Of Monosodium Glutamate (MSG) In Food and Its'. *Journal of Community Engagement and Employment*, *01*, 84–87.

BPOM. (2016). *Serial the Power of Obat Asli Indonesia Kelor Moringa oleifera Lam*. Badan Pengawas Obat dan Makanan.

Dutta, S., & others. (2021). Oxidative stress, testicular inflammatory pathways, and male reproduction. *International Journal of Molecular Sciences*, *22*(18), 1–20. https://doi.org/10.3390/ijms221810043

Islam, Z., & others. (2021). Moringa oleifera is a Prominent Source of Nutrients with Potential Health Benefits. *International Journal of Food Science*, *2021*, 2013. https://doi.org/10.1155/2021/6627265

Kurtanty, D., Faqih, D. M., & Upa, N. P. (2019). Review Monosodium Glutamat How To Understand It Properly? *Journal of Chemical Information and Modeling*.

Lestari, S. A., Wardani, D. P. K., & Sudarsono, T. A. (2021). Efek monosodium glutamat terhadap gambaran histologi hepar tikus putih (rattus norvegicus) galur wistar. *Jurnal Media Analis Kesehatan*, *12*(1), 56. https://doi.org/10.32382/mak.v12i1.2000

Ningsih, C. (2018). *Pengaruh pemberian jus daun kelor (Moringa oleifera L.) terhadap motilitas spermatozoa Studi Eksperimental Terhadap Tikus Jantan Galur Wistar yang Diberi Monosodium Glutamat (MSG)*. Universitas Islam Sultan Agung.

Octavia, A., Utomo, B., Madyawati, S. P., Suprayogi, T. W., Sunarso, A., & Hamid, I. S. (2021). Pengaruh pemberian ekstrak daun kelor (Moringa oleifera Lam.) terhadap motilitas dan viabilitas spermatozoa tikus (Rattus norvegicus) dengan paparan panas. *Ovozoa : Journal of Animal Reproduction*, *10*(3), 65. https://doi.org/10.20473/ovz.v10i3.2021.65-71

Oluwole, D. T., & Et.al. (2024). Disruptive consequences of monosodium glutamate on male reproductive function: A review. *Current Research in Toxicology*, *6*, 100148. https://doi.org/10.1016/j.crtox.2024.100148

Respati, E. A. R. I. (2023). *Universitas Gadjah Mada, 2023 | Diunduh dari*. http://etd.repository.ugm.ac.id/'

Rizki, C. D., & others. (2019). Pengaruh Pemberian Ekstrak Etanol Daun Kemangi (Ocimum basilicum L.) Terhadap Viabilitas Spermatozoa Tikus Putih (Rattus norvegicus) Galur Wistar Jantan Yang Diinduksi Monosodium Glutamate (MSG). *Herb-Medicine Journal*.

Rokana, E., & others. (2022). Pengaruh Pemberian Tepung Daun Kelor (Moringa oleifera Lamm) dan Lama Penyimpanan pada Suhu Dingin 4-5 °C terhadap Kualitas Semen Cair (Liquid Semen) Kambing Kacang. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, *24*(1), 43. https://doi.org/10.25077/jpi.24.1.43-54.2022

Saputri, D. A., & others. (2021). Pengaruh Ekstrak Daun Kelor (Moringa oleifera) Terhadap Kualitas Sperma Tikus Hiperglikemia. *Prosiding Semnas Biologi*, *ke-9*, 167–171.

Satrianawaty, L. D., Sumarno, T. M., & Prabowo, S. (2019). Pengaruh Pemberian Ekstrak Daun Kelor (Moringa Oleifera) Terhadap Kadar Kolesterol Hdl Tikus Putih (Rattus Norvegicus) Jantan Galur Wistar Hiperglikemia dengan Induksi Aloksan. *Htmj*, *17*(1), 35–46.

Simbolon, I. S., Lubis, T. M., & Adam, M. (2013). Persentase Spermatozoa Hidup Pada Tikus Wistar Dan Sprague-Dawley. *Jurnal Medika Veterinaria*, *7*(2). https://doi.org/10.21157/j.med.vet..v7i2.2935

Sylvia, R., Bilondatu, S., & Lintong, P. (2016). Gambaran histopatologik testis tikus wistar (Rattus norvegicus) setelah pemberian monosodium glutamate Kandidat Skripsi Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi. *Jurnal E-Biomedik (EBm)*, *4*(2).

Theodorus, E., Muhartono, M., & Putri, G. T. (2020). Pengaruh Pemberian Ekstrak Etanol Rimpang Lengkuas (Alpinia Galanga) Terhadap Gambaran Histopatologi Otak Mencit (Mus Musculus L) Yang Diinduksi Monosodium Glutamate. *JIMKI: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kedokteran Indonesia*, *7*(2), 14–20. https://doi.org/10.53366/jimki.v7i2.59

Wagner, H., Cheng, J. W., & Ko, E. Y. (2018). Role of reactive oxygen species in male infertility: An updated review of literature. *Arab Journal of Urology*, *16*(1), 35–43. https://doi.org/10.1016/j.aju.2017.11.001

Wahid, A., Diah, M., & Rama, M. (2017). Uji aktivitas antioksidan ekstrak air dan ekstrak etanol daun kelor (moringa

oleifera lam). *Jurnal Akademika Kimia*, *6*, 125–131. https://www.neliti.com/id/publications/224183/uji-aktivitas-antioksidan-ekstrak-air-dan-ekstrak-etanol-daun-kelor-moringa-olei

WHO. (2023). *1 in 6 people globally affected by infertility: WHO, Neurosciences (Riyadh, Saudi Arabia)*. https://www.who.int/news/item/04-04-2023-1-in-6-people-globally-affected-by-infertility

Yonata, A., & Indah, I. (2016). Efek Toksik Konsumsi Monosodium Glutamate. *Majority*, *5*(3), 100–104.

Zhang, X., Tang, Y., Lu, G., & Gu, J. (2023). Pharmacological Activity of Flavonoid Quercetin and Its Therapeutic Potential in Testicular Injury. *Nutrients*, *15*(9), 1–21. https://doi.org/10.3390/nu15092231