



Gambaran Gangguan Pola Tidur *Sleep Deprivation* Terhadap Kualitas Sperma Tikus (*Rattus Norvegicus*) dengan Multiple Platform Method

Alexander James Monoarfa*, Lydia Estelina Naomi Tendean,

Trina Ekawati Tallei

Universitas Sam Ratulangi, Indonesia

Email: xander.monoarfa@gmail.com*

Abstrak:

Kualitas sperma merupakan salah satu parameter penting dalam menilai tingkat fertilitas pria. Salah satu faktor yang semakin diperhatikan dalam memengaruhi kualitas sperma adalah gangguan pola tidur yang dapat memengaruhi proses spermatogenesis melalui mekanisme seperti stres oksidatif, disregulasi hormonal, dan gangguan ritme sirkadian. Penggunaan Multiple Platform Method (MPM) pada tikus memungkinkan peneliti untuk menginduksi gangguan tidur secara terkontrol dan mengamati dampaknya terhadap kualitas sperma. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui gambaran gangguan pola tidur sleep deprivation terhadap kualitas sperma tikus dengan Multiple Platform Method. Metode: Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif eksperimental menggunakan tikus (*Rattus norvegicus*) jantan strain Wistar yang dibagi menjadi dua kelompok, yaitu kelompok kontrol dan kelompok perlakuan dengan gangguan pola tidur sleep deprivation menggunakan MPM. Sperma diambil dari kauda epididimis dan dianalisis menggunakan mikroskop cahaya untuk menilai motilitas, konsentrasi, dan morfologi berdasarkan pedoman pemeriksaan sperma WHO. Hasil penelitian ini terdapat Gangguan pola tidur sleep deprivation dengan Multiple Platform Method pada kelompok perlakuan menunjukkan penurunan motilitas progresif, konsentrasi, dan proporsi morfologi normal sperma tikus. Kesimpulan dari penelitian ini yaitu gangguan pola tidur memberikan gambaran perubahan pada seluruh parameter kualitas sperma yang diperiksa, ditandai dengan penurunan motilitas, konsentrasi, dan morfologi normal.

Kata Kunci: gangguan pola tidur; Multiple Platform Method; kualitas sperma.

Abstract:

*Sperm quality is one of the important parameters in assessing male fertility rates. One of the factors that is increasingly being considered in influencing sperm quality is sleep pattern disruption which can affect the spermatogenesis process through mechanisms such as oxidative stress, hormonal dysregulation, and circadian rhythm disruption. The use of the Multiple Platform Method (MPM) in mice allowed researchers to induce sleep disorders in a controlled manner and observe its impact on sperm quality. The purpose of this study was to find out the description of sleep deprivation sleep pattern disorders on the quality of rat sperm using the Multiple Platform Method. Methods: This study is an experimental descriptive study using male rats (*Rattus norvegicus*) of the Wistar strain which is divided into two groups, namely the control group and the treatment group with sleep deprivation sleep pattern disorders using MPM. Sperm were taken from the epididymis and analyzed using a light microscope to assess motility, concentration, and*

morphology based on WHO sperm screening guidelines. The results of this study showed that sleep deprivation disorders with the Multiple Platform Method in the treatment group showed a progressive decrease in motility, concentration, and normal morphological proportions of rat sperm. The conclusion of this study is that sleep pattern disorders provide an overview of changes in all sperm quality parameters examined, characterized by a decrease in normal motility, concentration, and morphology.

Keywords: sleep disorder; Multiple Platform Method; sperm quality.

PENDAHULUAN

Kualitas sperma merupakan salah satu parameter penting dalam menilai tingkat fertilitas pria. Gangguan terhadap kualitas sperma, seperti penurunan motilitas, morfologi abnormal, dan rendahnya viabilitas, menjadi penyebab utama infertilitas pada pria di seluruh dunia. Sekitar 50% kasus infertilitas pada pasangan disumbangkan oleh faktor pria, dan kualitas sperma menjadi indikator utama dalam penilaian tersebut (Chung et al., 2022).

Salah satu faktor yang semakin diperhatikan dalam memengaruhi kualitas sperma adalah pola tidur. Gangguan pola tidur dikaitkan dengan gangguan hormonal, stres oksidatif, dan penurunan fungsi sistem reproduksi pria (A. Bhad et al., 2020; Cavalhas-Almeida et al., 2025; Fatima et al., 2023; Kerna, 2019). Gangguan pola tidur dapat mengganggu sekresi hormon-hormon penting seperti testosteron, yang berperan langsung dalam proses spermatogenesis (Leproult, 2016).

Penelitian pada manusia menunjukkan bahwa durasi tidur yang pendek (kurang dari 6 jam) atau terlalu lama (lebih dari 9 jam) dapat menurunkan jumlah sperma dan menurunkan konsentrasi testosteron serum (Wogatzky et al., 2012). Namun, studi pada manusia sering kali terpengaruh oleh banyak faktor perancu (confounding variables), sehingga penelitian pada hewan coba seperti tikus memberikan model yang lebih terkendali untuk mengobservasi efek gangguan tidur terhadap kualitas sperma secara spesifik.

Tikus (*Rattus norvegicus*) merupakan hewan laboratorium yang sering digunakan dalam studi reproduksi karena memiliki fisiologi yang cukup mirip dengan manusia dalam hal endokrinologi dan siklus reproduksi (Izzawati, 2024; Ramadhani, 2021; Zulfikar et al., 2025). Induksi gangguan pola tidur *sleep deprivation* dengan menggunakan Multiple Platform Method (MPM) dapat dilakukan secara sistematis untuk mengamati dampaknya terhadap parameter sperma, seperti motilitas, konsentrasi, dan morfologi (Alvarenga et al., 2015; Choi et al., 2016; Zhang et al., 2023).

Melihat pentingnya tidur dalam menunjang fungsi reproduksi dan meningkatnya kasus gangguan tidur di masyarakat, maka penting untuk

melakukan penelitian tentang gambaran gangguan pola tidur terhadap kualitas sperma dengan menggunakan model hewan coba. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran awal yang mendalam untuk digunakan dalam pencegahan dan edukasi mengenai gaya hidup sehat khususnya bagi pria usia produktif.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui gambaran gangguan pola tidur sleep deprivation terhadap kualitas sperma pada tikus (*Rattus norvegicus*) dengan metode Multiple Platform Method. Tujuan khususnya adalah untuk mengetahui pengaruh sleep deprivation terhadap motilitas sperma, konsentrasi sperma, dan morfologi sperma tikus.

Secara teoritis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam bidang Andrologi dan ilmu Reproduksi, khususnya mengenai gangguan pola tidur terhadap spermatogenesis. Secara praktis, penelitian ini memberikan manfaat bagi peneliti dengan pengalaman langsung dalam merancang eksperimen biomedis menggunakan hewan coba, serta bagi institusi pendidikan dengan memperkaya khasanah ilmiah di Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi, khususnya di bidang Andrologi. Hasil penelitian ini juga dapat menjadi bagian dari kontribusi institusi dalam mendukung pengembangan ilmu kedokteran berbasis penelitian.

Selain itu, penelitian ini juga memberikan manfaat bagi masyarakat umum dengan memberikan informasi edukatif mengenai pentingnya menjaga pola tidur yang sehat sebagai bagian dari gaya hidup yang mendukung kesehatan reproduksi, khususnya pada pria usia produktif. Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar untuk kampanye preventif terkait kebiasaan buruk yang dapat memengaruhi fertilitas. Bagi penelitian selanjutnya, penelitian ini dapat menjadi acuan awal untuk mengembangkan penelitian lebih lanjut, baik dengan metode serupa atau dengan variasi perlakuan, serta untuk mengeksplorasi mekanisme molekuler atau hormonal yang terkait dengan gangguan pola tidur terhadap kualitas sperma.

METODE

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian deskriptif eksperimental dengan rancangan penelitian *post-test only control group design*. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Uji FK Unsrat yang telah disesuaikan untuk memenuhi kebutuhan penelitian, khususnya dalam pemeliharaan dan perlakuan hewan coba dan Laboratorium Biologi FK Unsrat sebagai tempat untuk pembuatan dan pemeriksaan preparat. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober – November 2025.

Populasi dalam penelitian ini adalah tikus (*Rattus norvegicus*) jantan strain *Wistar*. Sampel dari penelitian ini berjumlah 10 ekor tikus. yang kemudian dibagi

menjadi dua kelompok: 1) Kelompok Kontrol: terdiri dari 5 ekor tikus yang tidak diberikan perlakuan gangguan tidur. 2) Kelompok Perlakuan: terdiri dari 5 ekor tikus yang diberikan perlakuan berupa gangguan pola tidur *sleep deprivation* dengan *Multiple Platform Method*. Variabel Bebas pada penelitian ini adalah gangguan pola tidur *sleep deprivation* dengan *Multiple Platform Method*. Variabel terikat pada penelitian ini adalah kualitas sperma tikus (*Rattus norvegicus*).

Tabel 1. Definisi Operasional Penelitian

Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Satuan	Skala
Gangguan pola tidur	Perlakuan gangguan pola tidur <i>sleep deprivation</i> dengan <i>Multiple Platform Method</i> selama 8 jam/hari selama 40 hari	<i>Stopwatch</i>	Jam/hari	Nominal
Konsentrasi sperma	Jumlah spermatozoa per mililiter ejakulat atau suspensi sperma	Hemositometer	juta/ml	Rasio
Motilitas sperma	Persentase spermatozoa yang bergerak progresif, non-progresif, dan tidak motil	Mikroskop cahaya	%	Rasio
Morfologi sperma	Persentase spermatozoa berbentuk normal dan abnormal	Pewarnaan eosin-nigrosin	%	Rasio

Penelitian ini menggunakan berbagai instrumen untuk mendukung analisis kualitas sperma pada tikus yang mengalami gangguan pola tidur. Di antaranya adalah Multiple Platform Method (MPM) yang digunakan untuk menginduksi gangguan tidur melalui teknik deprivasi tidur. Selain itu, timbangan digital digunakan untuk mengukur berat badan tikus secara akurat sebelum dan setelah perlakuan, sementara termometer ruangan berfungsi untuk memastikan suhu lingkungan tetap stabil. Untuk pengamatan morfologi sperma, mikroskop cahaya digunakan sebagai alat utama, sementara hemositometer tipe Improved Neubauer membantu menghitung konsentrasi sperma dengan presisi tinggi.

Proses diseksi kauda epididimis juga memerlukan dissecting kit hewan, dan pengambilan serta pengenceran sampel sperma dilakukan dengan menggunakan pipet mikro dan tips steril. Reagen seperti metanol, pewarna eosin-nigrosin, aquades, serta formalin juga digunakan untuk keperluan preparasi sampel dan pewarnaan morfologi sperma.

Penelitian ini dimulai dengan tahap adaptasi, di mana tikus diuji coba perlakuannya selama 7 hari untuk menilai respons tikus terhadap gangguan tidur. Setelah itu, tikus dibagi menjadi dua kelompok, yaitu kelompok kontrol yang

tidak mendapatkan perlakuan dan kelompok perlakuan yang mengalami gangguan tidur menggunakan metode MPM selama 8 jam per hari selama 40 hari berturut-turut. Setelah periode perlakuan selesai, sampel sperma diambil melalui diseksi kauda epididimis.

Sperma yang diambil kemudian dianalisis menggunakan larutan NaCl fisiologis untuk menjaga viabilitas sperma sebelum dilakukan pemeriksaan lebih lanjut. Pemeriksaan kualitas sperma mencakup pengamatan motilitas, konsentrasi, dan morfologi sperma dengan menggunakan prosedur yang telah dimodifikasi sesuai dengan pedoman WHO.

Data dikumpulkan melalui beberapa tahapan yang mengacu pada pedoman WHO Laboratory Manual for the Examination and Processing of Human Semen (6th edition, 2021) yang dimodifikasi untuk hewan coba. Pertama, sampel sperma diambil melalui diseksi kauda epididimis dan ditempatkan dalam larutan NaCl fisiologis untuk menjaga viabilitas sperma. Pemeriksaan motilitas dilakukan menggunakan mikroskop cahaya dengan perbesaran 400x, dan hasilnya dikategorikan menjadi progresif, non-progresif, dan imotil. Untuk menghitung konsentrasi sperma, dilakukan dengan menggunakan hemositometer tipe Improved Neubauer.

Analisis morfologi sperma menggunakan metode pewarnaan eosin-nigrosin, di mana sperma diamati di bawah mikroskop untuk menilai persentase sperma normal dan abnormal. Semua prosedur ini mengikuti pedoman yang telah disesuaikan dengan spesies tikus.



Gambar 1. Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini telah dilakukan pada bulan Oktober sampai November di Laboratorium Uji Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi sebagai tempat perlakuan *Multiple Platform Method* (MPM), serta pemeriksaan sperma dilakukan di Laboratorium Bidang Ilmu Biologi Fakultas Kedokteran Unsrat. Subjek penelitian terdiri dari 10 ekor tikus (*Rattus norvegicus*) jantan strain Wistar, berusia rata-rata 12 minggu, dengan berat awal 150-160 gram yang dibagi menjadi dua kelompok:

Kelompok Kontrol (n = 5): tidak diberikan perlakuan.

Kelompok Perlakuan (n = 5): diberikan gangguan pola tidur *sleep deprivation* menggunakan *Multiple Platform Method* (MPM) selama 8 jam/hari selama 40 hari.

Seluruh tikus dipelihara dalam kondisi lingkungan terkontrol, mendapatkan pakan standar dan air minum *ad libitum*. Setelah 40 hari perlakuan, tikus diterminasi secara fisik dan kemudian sampel sperma diambil melalui diseksi kauda epididimis. Hasil pemeriksaan kualitas sperma dibagi menjadi 3 bagian sebagai berikut:

Motilitas Sperma

Motilitas sperma pada kedua kelompok tikus diperiksa menggunakan mikroskop cahaya pada pembesaran 400x, kemudian diklasifikasikan menjadi motil progresif, motil non-progresif, dan tidak motil. Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa tikus kelompok perlakuan memiliki persentase motil non-progresif dan tidak motil lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol. Sedangkan untuk hasil persentase motil progresif kelompok perlakuan menunjukkan hasil yang lebih rendah dari kelompok kontrol. Persentase lengkap motilitas sperma pada masing-masing kelompok.

Tabel 1. Rerata motilitas spermatozoa tikus (*Rattus norvegicus*)

Kelompok	Progresif (%)	Non-Progresif (%)	Tidak Motil (%)
Kontrol	69	11	20
Perlakuan	19	27	54

Konsentrasi Sperma

Konsentrasi sperma diperiksa menggunakan kamar hitung Neubauer dengan metode pengenceran NaCl fisiologis. Sampel diambil dari kauda epididimis tikus, kemudian dihomogenkan dan diencerkan sesuai prosedur standar sebelum dilakukan perhitungan. Pemeriksaan dilakukan dengan mengamati jumlah sel sperma dalam ruang hitung yang telah ditentukan,

kemudian nilai konsentrasi dihitung menggunakan rumus standar untuk kamar hitung hemositometer. Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa tikus kelompok perlakuan memiliki konsentrasi sperma lebih rendah dibandingkan kelompok kontrol. Data lengkap mengenai konsentrasi sperma setiap sampel.

Tabel 3. Rerata konsentrasi spermatozoa tikus (*Rattus norvegicus*)

Kelompok	Konsentrasi spermatozoa ($\times 10^{-6}/\text{ml}$)
Kontrol	43,7
Perlakuan	28,1

Morfologi Sperma

Morfologi sperma diperiksa melalui pembuatan preparat ulas (smear) dari suspensi sperma kauda epididimis yang telah diencerkan. Preparat kemudian dikeringkan dan diwarnai menggunakan pewarnaan eosin-nigrosin. Pengamatan dilakukan pada pembesaran 400x untuk menilai bentuk kepala, leher, dan ekor sperma. Setiap sampel diamati minimal 200 sel sperma, kemudian diklasifikasikan menjadi sperma dengan morfologi normal dan morfologi abnormal.

Kategori abnormal mencakup kelainan pada kepala (misalnya kepala membesar, mengecil, atau berbenjol), kelainan leher, serta kelainan ekor seperti ekor bengkok atau terlipat. Hasil pemeriksaan menunjukkan persentase sperma morfologi abnormal lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol. Persentase lengkap morfologi sperma pada masing-masing kelompok.

Tabel3. Rerata morfologi spermatozoa tikus (*Rattus norvegicus*)

Kelompok	Normal (%)	Abnormal (%)
Kontrol	66	34
Perlakuan	13	87

Penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan kualitas sperma tikus yang mengalami gangguan pola tidur sleep deprivation menggunakan Multiple Platform Method (MPM). Parameter yang diamati mencakup motilitas, konsentrasi, dan morfologi sperma sebagai bagian dari evaluasi fungsi reproduksi jantan. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan parameter kualitas sperma antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan. Pembahasan ini mengintegrasikan temuan penelitian dengan teori reproduksi, fisiologi tidur, serta hasil penelitian terdahulu yang relevan.

Gangguan tidur merupakan bentuk stres fisiologis yang telah diketahui memengaruhi berbagai sistem tubuh, termasuk sistem reproduksi. Tidur berperan

penting dalam pemulihan fungsi biologis, regulasi ritme sirkadian, keseimbangan neuroendokrin, serta sintesis hormon seksual jantan. Sekitar 70% sekresi testosteron terjadi saat tidur, terutama pada fase tidur dalam (NREM) dan fase REM.(Leproult, 2016) Ketika pola tidur terganggu, sekresi hormon tersebut menurun secara bermakna, sehingga dapat memengaruhi proses spermatogenesis. Gangguan tidur juga mengubah ritme sirkadian yang mengatur ekspresi gen yang terkait dengan sistem endokrin, termasuk BMAL1 dan CLOCK, yang berperan dalam regulasi proliferasi sel germinal.(Menet et al., 2014)

Hasil pemeriksaan tabel 2 menunjukkan bahwa tikus kelompok perlakuan memiliki persentase motil non-progresif dan tidak motil lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol. Sedangkan untuk hasil persentase motil progresif kelompok perlakuan menunjukkan hasil yang lebih rendah dari kelompok kontrol. Penurunan motilitas ini sejalan dengan penelitian Zhong, dkk, yang menemukan bahwa gangguan tidur meningkatkan stres oksidatif dan menurunkan fungsi mitokondria pada sperma.

Mitokondria merupakan sumber energi utama untuk pergerakan ekor sperma, dan disfungsi mitokondria akan menghambat pembentukan ATP yang diperlukan untuk motilitas. Peningkatan radikal bebas akibat kurang tidur juga dapat memicu peroksidasi lipid pada membran sel, yang mengganggu struktur flagel dan mengurangi kemampuan sperma bergerak secara progresif. Motilitas sperma sangat sensitif terhadap perubahan fisiologis, dan gangguan tidur kronis telah berulang kali dilaporkan sebagai faktor yang dapat menurunkan nilai progressive motility baik pada manusia maupun hewan percobaan.(Zhong et al., 2022)

Penurunan motilitas juga berkaitan dengan proses inflamasi yang meningkat pada kondisi deprivasi tidur. Penelitian menunjukkan bahwa gangguan tidur REM dapat meningkatkan ekspresi NOX1 dan NOX4, yaitu enzim pro-oksidatif yang berperan dalam produksi ROS di jaringan testis.(Neculicioiu et al., 2023) Peningkatan ROS menyebabkan kerusakan protein struktural dan penurunan integritas membran sel sperma, sehingga mengurangi efisiensi pergerakan sperma.(Neculicioiu et al., 2023)

Hasil pemeriksaan tabel 3 menunjukkan bahwa tikus kelompok perlakuan memiliki konsentrasi sperma lebih rendah dibandingkan kelompok kontrol. Temuan ini dapat dijelaskan melalui mekanisme gangguan spermatogenesis akibat stres fisiologis yang ditimbulkan oleh gangguan pola tidur.

Menurut Zhong, dkk, deprivasi tidur kronis memicu respons stres sistemik yang berkelanjutan dan berperan dalam mengganggu keseimbangan fisiologis

tubuh, termasuk sistem reproduksi. (Zhong et al., 2022) Gangguan tersebut dapat memengaruhi regulasi aksis hipotalamus–hipofisis–gonad (HPG) serta kondisi lingkungan mikro testis yang diperlukan untuk berlangsungnya proses spermatogenesis secara optimal. Akibatnya, proses proliferasi dan diferensiasi sel germinal dapat terhambat, sehingga jumlah spermatozoa yang dihasilkan menjadi lebih rendah (Zhong et al., 2022).

Beberapa penelitian mendukung temuan ini. Penelitian pada tikus Wistar yang mengalami deprivasi tidur menunjukkan bahwa gangguan tidur meningkatkan apoptosis pada sel germinal dan mengurangi ketebalan epitel tubulus seminiferus. (Neculicioiu et al., 2023) Penurunan proliferasi sel germinal ini selaras dengan hasil penelitian yang menunjukkan rendahnya konsentrasi sperma pada kelompok perlakuan. (Neculicioiu et al., 2023)

Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa tikus kelompok perlakuan memiliki morfologi sperma dibandingkan kelompok kontrol. Kelompok perlakuan memiliki jumlah sperma abnormal yang lebih tinggi, baik pada kepala, leher, maupun ekor sperma. Gangguan pada spermiogenesis (fase akhir pembentukan sperma) sangat sensitif terhadap perubahan kondisi fisiologis. Kurang tidur diketahui meningkatkan kerusakan DNA sperma, gangguan pematangan kromatin, dan kelainan struktur akrosom. Selain itu, peningkatan kadar ROS menyebabkan disfungsi membran dan kerusakan struktur internal sel sperma. Fenomena ini konsisten dengan temuan Zhong, dkk yang menunjukkan bahwa gangguan tidur mengakibatkan peningkatan sperma abnormal pada hewan percobaan.

Gangguan tidur juga memengaruhi ritme sirkadian yang mengatur ekspresi gen terkait reproduksi. Penelitian Alvarez, dkk menunjukkan bahwa gangguan ritme sirkadian menyebabkan penurunan ekspresi gen clock yang berperan penting dalam regulasi spermatogenesis dan diferensiasi spermatid. Disrupsi tersebut telah dikaitkan dengan peningkatan perkembangan sperma abnormal. Hal ini mendukung hasil penelitian ini yang menunjukkan tingginya persentase sperma abnormal pada kelompok perlakuan. (Alvarez et al., 2018)

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini memperkuat pemahaman bahwa gangguan tidur merupakan faktor penting yang dapat memengaruhi kualitas sperma. Penurunan motilitas, konsentrasi, serta meningkatnya kelainan morfologi pada kelompok perlakuan menunjukkan bahwa MPM efektif menimbulkan dampak fisiologis yang relevan dengan gangguan tidur kronis.

Selain berdampak pada sel germinal, gangguan tidur juga dapat mengganggu proses pematangan sperma di epididimis, yang memerlukan kondisi hormonal dan metabolik yang stabil. (Chung et al., 2022) Namun demikian,

penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, ukuran sampel yang relatif kecil membatasi kemampuan generalisasi data. Kedua, penilaian semen dilakukan secara manual sehingga masih mungkin dipengaruhi oleh subjektivitas pengamat. Ketiga, parameter hormonal seperti testosteron tidak diukur, sehingga hubungan antara gangguan tidur dan perubahan hormonal tidak dapat dianalisis secara langsung. Meskipun demikian, hasil penelitian ini tetap memberikan gambaran awal yang penting mengenai dampak gangguan pola tidur terhadap kualitas sperma tikus Wistar dan dapat menjadi dasar bagi penelitian lanjutan.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa gangguan pola tidur sleep deprivation dengan Multiple Platform Method memberikan dampak signifikan terhadap kualitas sperma tikus Wistar. Gangguan tersebut menyebabkan penurunan motilitas progresif sperma, peningkatan jumlah sperma tidak motil, penurunan konsentrasi sperma, serta penurunan proporsi morfologi sperma normal pada kelompok perlakuan. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk menambahkan pemeriksaan hormonal, seperti testosteron dan kortikosteron, serta menggunakan metode analisis sperma berbasis komputer (CASA) untuk hasil yang lebih objektif.

Penelitian dengan durasi perlakuan yang lebih panjang dan sampel yang lebih besar juga disarankan untuk mendapatkan gambaran yang lebih representatif. Penelitian ini dapat menjadi tambahan data bagi institusi pendidikan, khususnya dalam pengembangan penelitian di bidang reproduksi dan fisiologi hewan. Selain itu, hasil penelitian ini dapat digunakan untuk edukasi masyarakat mengenai pentingnya menjaga pola tidur yang baik dalam menjaga kesehatan reproduksi, serta menyadarkan bahwa gangguan tidur berkepanjangan berpotensi memengaruhi kualitas sperma dan kesehatan reproduksi jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Bhad, W., Baheti, N., J. Chavan, S., & S. Sonwane, S. (2020). Dental sleep medicine: A comprehensive overview. *IP Indian Journal of Orthodontics and Dentofacial Research*, 6(2). <https://doi.org/10.18231/j.ijodr.2020.013>
- Alvarenga, T. A., Hirotsu, C., Mazaro-Costa, R., Tufik, S., & Andersen, M. L. (2015). Impairment of male reproductive function after sleep deprivation. *Fertility and Sterility*, 103(5). <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2015.02.002>

- Alvarez, J. D., Hansen, A., Ord, T., Bebas, P., Chappell, P. E., Giebultowicz, M., Williams, C., Moss, S., & Sehgal, A. (2018). *NIH Public Access*. 23(1), 26–36. <https://doi.org/10.1177/0748730407311254>.The
- Cavalhas-Almeida, C., Cristo, M. I., Cavadas, C., Ramalho-Santos, J., Álvaro, A. R., & Amaral, S. (2025). Sleep and male (In)Fertility: A comprehensive overview. *Sleep Medicine Reviews*, 81(January). <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2025.102080>
- Choi, J. H., Lee, S. H., Bae, J. H., Shim, J. S., Park, H. S., Kim, Y. S., & Shin, C. (2016). Effect of sleep deprivation on the male reproductive system in rats. *Journal of Korean Medical Science*, 31(10). <https://doi.org/10.3346/jkms.2016.31.10.1624>
- Chung, E., Arafa, M., Boitrelle, F., Kandil, H., Henkel, R., Saleh, R., Shah, R., Vogiatzi, P., Zini, A., & Agarwal, A. (2022). The new 6th edition of the WHO Laboratory Manual for the Examination and Processing of Human Semen. In *Asian Journal of Andrology* (Vol. 24, Issue 2). <https://doi.org/10.4103/aja2021118>
- Fatima, R., Fatima, A., Khan, S. A., Miriyala, S. A., Srilakshmi, K., Rishika, M., Mohan, Y., Mall, M., Khatri, A., Burney, W., & Aqeel, N. (2023). Comprehensive Overview on Sleep. *Indian Journal of Sleep Medicine*, 18(2). <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10069-0116>
- Izzawati, N. (2024). Pengaruh Pemberian Tepung Kacang Hijau (Phaseolus Radiates L) Terhadap Penurunan Kadar Kolesterol Pada Hewan Coba Tikus Putih Rattus Norvegicus) Galur Wistar. *HARAPAN: Jurnal Ilmu Kesehatan Dan Psikologi*, 1(1). <https://doi.org/10.70115/harapan.v1i1.80>
- Kerna, N. A. (2019). An Overview of the Causes and Consequences of Male Fertility Decline. *Perceptions in Reproductive Medicine*, 3(1). <https://doi.org/10.31031/prm.2019.02.000555>
- Leproult, R. (2016). Effect of 1 Week of Sleep Restriction on Testosterone Levels in Young Healthy MenFREE. *JAMA - Journal of the American Medical Association*, 176(1), 100–106. <https://doi.org/10.1001/jama.2011.710>.Effect
- Menet, J. S., Pescatore, S., & Rosbash, M. (2014). *Research Communication Clock: BMAL1 is a pioneer- like transcription factor*. 8–13. <https://doi.org/10.1101/gad.228536.113.mouse>
- Neculicioiu, V. S., Colosi, I. A., Costache, C., Toc, D. A., & Clichici, S. (2023). *Sleep Deprivation-Induced Oxidative Stress in Rat Models: A Scoping Systematic Review*. 1–22.
- Ramadhani, M. A. (2021). *Pengaruh Sterilisasi Terhadap Kadar Kolesterol Pada Tikus Putih (Rattus Norvegicus)*.

- Wogatzky, J., Wirleitner, B., Stecher, A., Vanderzwalmen, P., Neyer, A., Spitzer, D., Schuff, M., Schechinger, B., & Zech, N. H. (2012). The combination matters - distinct impact of lifestyle factors on sperm quality: A study on semen analysis of 1683 patients according to MSOME criteria. *Reproductive Biology and Endocrinology*, *10*, 2–10. <https://doi.org/10.1186/1477-7827-10-115>
- Zhang, W., Shi, X., Zhang, Y., Liu, G., Wu, X., Huang, H., Jiang, H., & Zhang, X. (2023). Attenuation Effect of Recovery Sleep for Impaired Reproductive Function in Male Rats by Sleep Deprivation. *World Journal of Men's Health*, *41*(3), 671–679. <https://doi.org/10.5534/wjmh.220130>
- Zhong, O., Liao, B., Wang, J., Liu, K., Lei, X., & Hu, L. (2022). *Effects of Sleep Disorders and Circadian Rhythm Changes on Male Reproductive Health : A Systematic Review and Meta-analysis*. *13*(July), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.913369>
- Zulfikar, Z., Ramadhan, A., Mardin, S., Isnainar, I., Budiarsa, I. M., & Masriani, M. (2025). Pengaruh Ekstrak Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.) Terhadap Kadar Kolesterol Pada Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) Yang Diinduksi LDL. *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi*, *13*(2). <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i2.16020>