



Efek Pemberian Monosodium Glutamat (MSG) Terhadap Morfologi Spermatozoa Epididymis Mencit (*Mus musculus*, L.)

Wa Ode Harlis^{1*}, Nurhayu Malik¹, Nurmini¹, Suriana¹, dan Resman²

¹Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Halu Oleo, Kendari 93232, Sulawesi Tenggara, Indonesia.

²Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Halu Oleo, Kendari, Sulawesi Tenggara, Indonesia.

Korespondensi author*: 085241527319, Email: waodeharlis@gmail.com

Diterima: 26-10-2024

–

Disetujui: 26-11-2024

–

Dipublikasi: 28-11-2024

© 2024 Jurusan Biologi FMIPA Universitas Halu Oleo Kendari

Abstract

This study aims to determine the effect of giving monosodium glutamate (MSG) on the morphology of epididymal spermatozoa in mice (*Mus musculus*, L.). A total of 16 male mice weighing 20-30 grams aged 2-3 months were divided into 4 treatments, namely 1 control (PAM water), and 3 treatments of monosodium glutamate, namely; T1 (1.5 ml/g BW), T2 (3.0 ml/g BW), and T3 (4.5 ml/g BW). MSG was administered orally for 34 days. On the 35th day, the mice's body weight was weighed, then dissected and the cauda epididymis was taken to observe spermatozoa morphology using the smear preparation method. Data were analyzed using ANOVA and further HSD Turkey test with a confidence level of 95%. The results showed that administration of monosodium glutamate (MSG) caused abnormal spermatozoa morphology and increased their percentage. The average percentage reduction in normal spermatozoa morphology in all treatments sequentially, namely the dose of 1.5 ml/g BW (T1) was 40.50%, the dose 3.0 ml/g BW (T2) was 55.42%, the dose was 4.5 ml /g BW (T3) was 74.75%, while the decrease was only 11.50% for the control (T0). Based on the research results, it was concluded that administration of monosodium glutamate (MSG) increased the percentage of abnormal epididymal spermatozoa in mice (*Mus musculus*, L.).

Key words: Monosodium glutamate, spermatozoa morphology, *Mus musculus*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian monosodium glutamat (MSG) terhadap morfologi spermatozoa *epididymis* mencit (*Mus musculus*, L.). Sejumlah 16 ekor mencit jantan berat 20-30 gr umur 2-3 bulan dibagi kedalam 4 perlakuan yaitu 1 kontrol (Air PAM), dan 3 perlakuan monosodium glutamat yaitu; T1 (1,5ml/g BB), T2 (3,0 ml/g BB), dan T3 (4,5 ml/g BB). Pemberian MSG dilakukan secara oral selama 34 hari. Pada hari ke-35 berat badan mencit ditimbang selanjutnya dibedah dan dilakukan pengambilan *cauda epididymis* untuk pengamatan morfologi spermatozoa melalui metode *smear preparation*. Data dianalisis dengan ANOVA dan uji lanjut HSD Turkey taraf kepercayaan 95%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian monosodium glutamat (MSG) menyebabkan morfologi spermatozoa abnormal dan menaikkan persentasenya. Rerata persentase penurunan morfologi spermatozoa normal pada semua perlakuan secara berurutan yaitu dosis 1,5ml/g BB (T1) sebesar 40,50%, dosis 3,0 ml/g BB (T2) sebesar 55,42%, dosis 4,5 ml/g BB (T3) sebesar 74,75%, sedangkan kontrol (T0) penurunannya hanya sebesar 11,50%. Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa pemberian monosodium glutamat (MSG) meningkatkan persentase abnormal spermatozoa epididymis mencit (*Mus musculus*, L.).

Kata kunci: Monosodium glutamat, morfologi spermatozoa, *Mus musculus*

PENDAHULUAN

Kesibukan yang meningkat ditengah masyarakat membawa dampak perubahan gaya hidup (Chikmah & Nisa, 2020), dan perubahan ini turut mempengaruhi pola konsumsi makanan dengan lebih banyak mengkonsumsi makanan cepat saji (Yamin et al., 2021). Penggunaan bahan tambahan makanan banyak sekali digunakan dalam kehidupan sehari-hari, seperti senyawa asam glutamat yang digunakan dalam bentuk garamnya yaitu monosodium glutamat (MSG). Berbagai merk dagang MSG telah dikenal di masyarakat secara luas seperti ajinomoto, vetsin, sasa, miwon, dan sebagainya (Rochmah & Utami, 2022). Monosodium glutamat (MSG) adalah bubuk kristal berwarna putih yang sejak lama telah digunakan sebagai bahan tambahan pada berbagai jenis makanan di berbagai negara.

Kandungan garam natrium asam glutamat pada MSG berfungsi sebagai penguat dan penyedap rasa bila ditambahkan terutama pada makanan yang mengandung protein (Damanik & Yuniwati, 2022). Glutamat adalah salah satu jenis asam amino penyusun protein dan merupakan komponen alami dalam setiap makhluk hidup baik dalam bentuk terikat maupun bebas. Semua makanan yang mengandung protein seperti daging, ikan, susu dan tanaman banyak mengandung glutamate (Wardani et al., 2023). Glutamat

yang masih terikat dengan asam amino lain sebagai protein tidak memiliki rasa tetapi dalam bentuk bebas memiliki rasa gurih. Semakin tinggi kandungan glutamat bebas dalam suatu makanan, semakin kuat rasa gurihnya (Mumtazah et al., 2021). Glutamat bebas dalam makanan sehari-hari umumnya rendah, sehingga untuk memperkuat cita rasa perlu adanya tambahan bumbu-bumbu yang kaya kandungan glutamat bebas. Glutamat bebas tersebut bereaksi dengan ion natrium membentuk garam MSG (Khalish & Wulandari, 2020).

Penelitian mengenai pemberian MSG sebanyak 4 mg/g BB pada tikus menyebabkan penurunan kadar hormon testosteron plasma tetapi tidak menimbulkan perubahan morfologi tubulus seminiferous (W.N.Rahmah, 2018). Penelitian yang dilakukan oleh (Nasihun & Isradji, 2019) menyimpulkan bahwa pemberian MSG sebanyak 2 mg/BB pada tikus baru lahir menunjukkan adanya peningkatan jumlah spermatisit pakiten secara bermakna, sel leydig lebih besar, dan diameter tubulus seminiferus mengecil dibandingkan kontrol. Pemberian MSG sebanyak 4 mg/BB pada mencit menyebabkan penurunan jumlah sel leydig tetapi tidak menyebabkan penurunan jumlah spermatozoa (Theodorus et al., 2020). Hasil penelitian yang dilakukan oleh (Bani, 2023), mengenai gangguan spermatogenesis setelah pemberian

monosodium glutamat pada Mencit (*Mus Musculus*, L.) menunjukkan bahwa, perlakuan yang diberikan secara oral (*gavage*) dosis 4,5 mg MSG/g BB menyebabkan gangguan spermatogenesis yaitu terjadinya penurunan jumlah spermatisit dan spermatid.

Testis sebagai tempat berlangsungnya spermatogenesis bersifat sangat rentan terhadap proses oksidasi oleh radikal bebas. Radikal bebas ini akan menimbulkan gangguan pada spermatogenesis dan membran spermatozoa. Membran sel spermatogenik mengandung sejumlah besar asam lemak tak jenuh rantai ganda. Bila radikal bebas yang terbentuk bertemu dengan asam lemak tak jenuh ganda dalam membran sel, akan terjadi reaksi peroksidasi lipid dari membran sel tersebut yang mengakibatkan peningkatan fluiditas membran, gangguan integritas membran dan inaktivasi ikatan membran dengan enzim dan reseptor (Gaschler & Stockwell, 2017).

Mengingat spermatozoa merupakan sel haploid yang berasal dari perkembangan dan diferensiasi sel-sel induk germinal di dalam testis, serta merupakan sel-sel spermatogenik di dalam *tubulus seminiferus*, yang mudah terpengaruh oleh pengaruh-pengaruh zat-zat asing, maka timbul permasalahan yang menarik, yaitu apakah monosodium glutamat yang diberikan pada mencit jantan akan mempengaruhi spermatozoa *epididymis*

Mencit (*Mus musculus*, L.) dan sekaligus bersifat infertilitas. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi penting bagi masyarakat untuk lebih bijaksana dalam menggunakan bahan penyedap makanan.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain; mikroskop cahaya, seperangkat alat bedah, kaca objek, cawan petri, pipet tetes, blender, timbangan ohaus, timbangan analitik, baskom, kamera digital, rang-rang, spoit oral, dan botol minum mencit. Bahan yang digunakan diantaranya; serbuk monosodium glutamate (MSG), mencit jantan berjumlah 16 ekor, sekam kayu, pakan mencit berupa pelet Merk BP11-BRAVO produksi PT. Charoen Pokhand Indonesia, air minum, CMC Na 0,5%, kloroform, NaCl 0,9 %, aquades, dan zat warna Giemsa 20%.

Prosedur Penelitian

a. Persiapan hewan uji

Mencit jantan (*Mus musculus* L.) galur *Swiss Webster* yang digunakan dalam penelitian dalam keadaan sehat dengan memperlihatkan kejernihan mata, rambut bersih serta tingkah laku normal. Berumur 2-3 bulan dengan rata-rata bobot badan 20-30 g, berjumlah 16 ekor yang diperoleh dari peternak hewan laboratorium. Mencit diaklimasi selama 7 hari dalam kandang yang terbuat dari baskom plastik berukuran

40× 30× 12 cm³ dengan kepadatan 1 ekor tiap kandang. Atas kandang diberi kawat rang dan alas dilapisi serbuk gergaji dengan ketebalan ± 2 cm yang diganti tiap 3 hari sekali. Selama aklimasi kandang ditempatkan dalam rumah kandang FMIPA UHO yang dilengkapi dengan ventilasi untuk sirkulasi udara dengan suhu ruangan rerata 25-29°C dan siklus gelap:terang 12:12 jam.

Mencit diberi pakan dalam bentuk pelet komersial (BP11-BRAVO) produksi PT. Charoen Pokphand Indonesia sebanyak 6 gram/ekor/hari dan diberi minum berupa air sumur bor secara *ad libitum*. Pakan diberikan dengan meletakkan pelet dalam wadah yang dibuat dari bawahan botol plastik air minum kemasan 600 ml yang dirakit tergelantung sebanyak 1 buah per kandang.

b. Pembuatan larutan MSG

Pembuatan larutan MSG dilakukan dengan cara menimbang 10 gr MSG kemudian dilarutkan kedalam 200 ml aquades, selanjutnya dibagi dalam 4 perlakuan yaitu kontrol (T0), (T1) 1,5 ml/g BB, (T2) 3,0 ml/g BB, dan (T3) 4,5 ml/g BB.

c. Perlakuan

Larutan MSG diberikan pada mencit jantan sesuai dengan unit perlakuan yang telah ditentukan yaitu (T1) 1,5 ml/g BB, (T2) 3,0 ml/g BB dan (T3) 4,5 ml/g BB., sedangkan kontrol hanya diberi air saja. Pemberian MSG dilakukan secara *oral* setiap hari selama 34 hari (1 siklus spermatogenesis) dan pemberian dosis

MSG disesuaikan dengan perubahan berat badan mencit. Pada hari ke 35, mencit dikorbankan dengan menggunakan klorofom, kemudian dibedah dan dilakukan pengambilan *cauda epididymis*. Pembuatan Suspensi Spermatozoa yaitu *cauda epididymis* dipotong dan dimasukkan ke dalam cawan petri yang berisi 1,0 mL garam fisiologis NaCl 0,9 % suhu 35°C, kemudian dicacah halus menggunakan gunting bedah dan diaduk dalam gelas pengaduk untuk pengamatan morfologi spermatozoa.

d. Pengamatan

Suspensi spermatozoa yang diperoleh digunakan untuk analisis morfologi spermatozoa (W. Harlis, 2023) yakni melalui preparat apus dengan mengambil 1 tetes suspensi spermatozoa yang ditetaskan di atas kaca obyek kemudian dibuat sediaan apus dan dikeringkan di udara. Selanjutnya difiksasi dengan ethanol selama 5 menit kemudian dikeringkan. Diwarnai dengan zat pewarna giemsa 20% selama 10 menit dan dibilas dengan aquades kemudian dikeringkan di udara. Abnormalitas spermatozoa dapat dibedakan yaitu, Abnormalitas kepala : kepala terlalu besar, terlalu kecil, kepala pipih, kepala dua, berbentuk amorfus (terato), kepala bulat tanpa akrosom. Abnormalitas bagian tengah : bagian tengah yang menebal, bagian tengah yang melipat, bagian tengah melekuk. Abnormalitas ekor : ekor yang melingkar, ekor yang patah, ekor lebih dari

satu. Pengamatan sediaan dilakukan di bawah mikroskop cahaya dengan perbesaran 40x terhadap 100 spermatozoa. Pemeriksaan morfologi ditekankan pada bentuk normal dan abnormal, hasilnya dinyatakan dalam persentase.

e. Analisis dan penyajian data

Data morfologi spermatozoa dianalisis dengan *analysis of variance* (ANOVA) menggunakan Kaleida Graph dan dilanjutkan dengan uji HSD Tukey's taraf kepercayaan 95% untuk mengetahui tingkat signifikansi antar perlakuan. Data yang dikumpulkan bersifat kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif berupa morfologi spermatozoa abnormal yang disajikan dalam bentuk mikrofoto. Data kuantitatif berupa

persentase morfologi spermatozoa abnormal yang disajikan dalam bentuk tabel dan histogram.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Berat Badan Mencit

Rata-rata berat badan mencit pada awal dan akhir perlakuan ditunjukkan pada Tabel 1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian Monosodium Glutamat (MSG) dalam dosis yang beragam baik pada kelompok kontrol maupun perlakuan mengalami perubahan berat badan.

Tabel 1. Rerata Pengukuran Berat Badan Mencit (*Mus-musculus*, L.)

Perlakuan	Berat Badan Awal (gr)	Berat Badan Akhir (gr)	Selisih Berat Badan (gr)
T0	21,5	26,75	5,25
T1	22	27,25	5,25
T2	21,75	27	5,25
T3	20,75	29,25	8,5
\bar{x}	21,5	27,57	6,07

Ket. x: Rerata Berat Badan

Berdasarkan Tabel 1, rata-rata kenaikan berat badan yang diamati dari berat awal sebelum perlakuan sampai berat akhir setelah diberikan perlakuan selama 34 hari pengamatan berat badan mencit (*Mus musculus*, L.) meningkat. Pada perlakuan awal pemberian pakan *platelled commercial* dengan berat 4-6 gr/hari, namun seiring berjalannya perlakuan peningkatan nafsu makan semakin tinggi dan naik menjadi 7-10

gr/hari. Selain itu, pada saat pembedahan ditemukan sejumlah lemak yang menutupi permukaan testis sampai pada *cauda epididymis* seiring dengan bertambahnya dosis perlakuan yang diberikan. Hal ini sesuai dengan pendapat (Hernández Bautista et al., 2019), bahwa monosodium glutamat dapat menjadi penyebab meningkatnya lemak tubuh atau

menimbulkan obesitas serta menurunkan hormon pertumbuhan didalam darah.

2. Morfologi Spermatozoa Epididymis

Pengamatan morfologi spermatozoa pada penelitian ini ditujukan untuk melihat bentuk-bentuk spermatozoa. Pada umumnya, setiap penyimpangan morfologi dari struktur-struktur spermatozoa dipandang sebagai abnormalitas. Bentuk spermatozoa abnormal dibedakan menjadi abnormalitas primer dan sekunder (Lina,

2013). Abnormalitas primer terjadi selama perkembangan spermatozoa dalam *tubulus seminiferus* testis dan abnormalitas sekunder terjadi selama pematangan spermatozoa dalam *epididymis* atau setelah meninggalkan testis (Awuy et al., 2021). Rerata spermatozoa normal dan abnormal antar perlakuan monosodium glutamat (MSG) dapat dilihat pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Rerata persentase spermatozoa normal dan Abnormal antar perlakuan monosodium glutamat (MSG)

Perlakuan	Spermatozoa Normal \pm SD	Spermatozoa Abnormal \pm SD
T0	88,50 \pm 3,24 ^a	11,50 \pm 3,24 ^a
T1	59,50 \pm 5,29 ^b	40,50 \pm 5,36 ^b
T2	44,58 \pm 2,33 ^b	55,42 \pm 2,33 ^c
T3	25,25 \pm 3,15 ^b	74,75 \pm 3,15 ^d

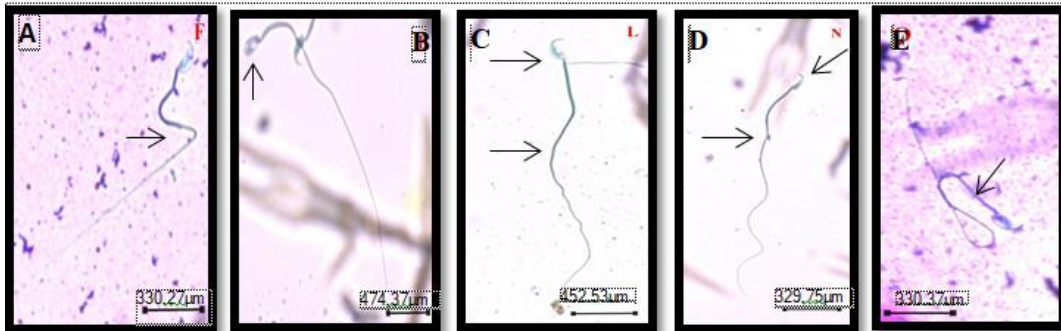
Ket : Angka yang diikuti huruf berbeda menunjukkan perbedaan signifikan ($P < 0,05$)

Pengamatan terhadap morfologi spermatozoa *epididymis* yang tercantum pada Tabel 2 berdasarkan uji ANOVA dan uji lanjut HSD Turkey's taraf kepercayaan 95%, menunjukkan bahwa rerata persentase morfologi spermatozoa *epididymis* setelah diberi perlakuan monosodium glutamat (MSG) menunjukkan perbedaan yang signifikan antar perlakuan ($P < 0,05$). Berdasarkan pengamatan terhadap morfologi spermatozoa normal dan abnormal diperoleh bahwa presentase spermatozoa yang normal menurun dan spermatozoa

abnormal meningkat, dengan semakin meningkatnya dosis monosodium glutamat.

Bentuk abnormalitas yang ditemukan dalam penelitian ini termasuk abnormalitas primer dan sekunder (Yonata & Indah, 2016). Abnormalitas primer yang ditemukan meliputi; kepala ganda, kepala pipih/kecil, kepala tanpa akrosom. Abnormalitas sekunder yang ditemukan meliputi ekor terputus dari kepala, ekor melingkar, ujung ekor patah, dan kepala atau bagian tengahnya yang masih mengandung sitoplasma. Berbagai kelainan morfologi spermatozoa *epididymis* mencit (*Mus*

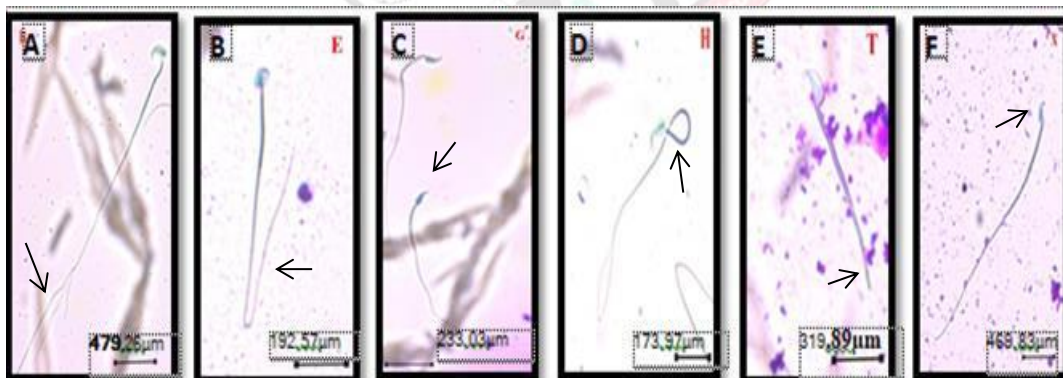
musculus, L.) dapat dilihat pada Gambar 1 berikut :



Gambar 1: Berbagai morfologi spermatozoa abnormal mencit (*Mus-musculus* L.) setelah pemberian monosodium glutamat (MSG) dosis 1,5 ml/g BB (T1)

Keterangan.

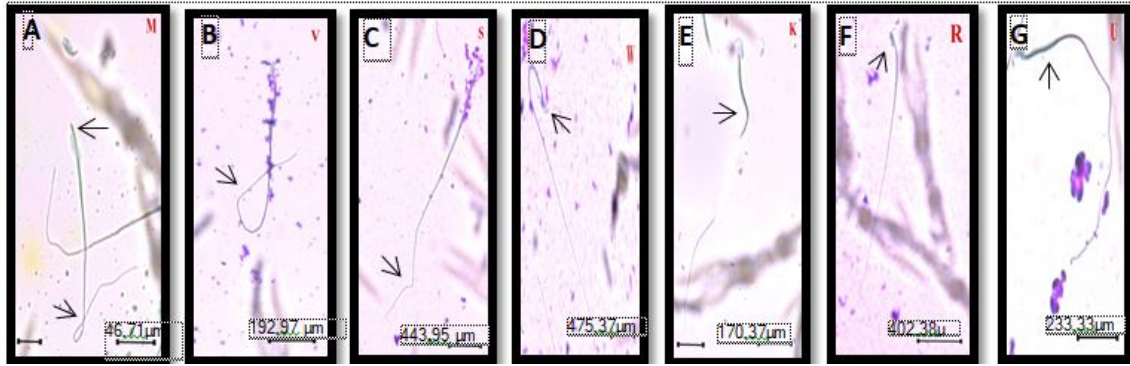
- A. Bagian tengah bergelombang membentuk sudut
- B. Kepala bulat tanpa akrosom
- C. Kepala mengecil & badan-ekor bergelombang
- D. Kepala kecil, ekor bergelombang
- E. Kepala dan badan melipat .



Gambar 2: Berbagai morfologi spermatozoa abnormal mencit (*Mus-musculus* L.) setelah pemberian monosodium glutamat (MSG) dosis 3,0 ml/g BB (T2)

Keterangan.

- A. Ekor ganda
- B. Ekor melipat ke atas
- C. Kepala kecil badan bergelombang
- D. Kepala dan ujung ekor melipat
- E. Tanpa ekor
- F. Kepala kecil



Gambar 3: Berbagai morfologi spermatozoa abnormal mencit (*Mus-musculus* L.) setelah pemberian monosodium glutamat (MSG) dosis 4,5 ml/g BB (T3)

Keterangan.

- A. Kepala terpisah dengan ekor
- B. Ekor melipat ke atas
- C. Ekor bengkok
- D. Kepala melipat kebelakang
- E. Badan terpisah dengan ekor
- F. Kepala kecil
- G. Bagian tengah menebal, melengkung dan bergelombang

Abnormalitas spermatozoa primer yang ditemukan disebabkan oleh penurunan kadar testosteron yang menghambat pembentukan protein α -tubulin sebagai komponen dasar mikrotubuli dan mikrofilamen yang penting dalam proses spermiogenesis untuk menggerakkan sitoplasma ke arah belakang menuju flagel (W. O. Harlis & Ismail, 2023). Abnormalitas sekunder yang ditemukan disebabkan oleh adanya gangguan proses pematangan spermatozoa dan epididymis. Dalam epididymis spermatozoa mengalami serangkaian perubahan morfologi dan fungsional seperti ukuran, bentuk, ultrastruktur bagian tengah, DNA, pola metabolisme dan sifat membran plasma (W. Harlis, 2023). Secara fungsional epididymis tergantung pada testosteron dalam proses

perubahan tersebut, sehingga jika kadar testosteron menurun menyebabkan pembentukan spermatozoa yang abnormal (Anvari et al., 2020).

Senyawa-senyawa yang terkandung dalam monosodium glutamat akan masuk ke dalam aliran darah dan menuju testis dan dapat menimbulkan pengaruh yang berarti dalam menurunkan jumlah spermatozoa normal dan meningkatkan jumlah spermatozoa abnormal (Yonata & Indah, 2016). Presentase spermatozoa abnormal lebih banyak ditemukan pada perlakuan dibandingkan dengan kontrol. Pada proses pematangan spermatozoa di epididymis terjadi perkembangan motilitas, perubahan struktur ekor, perubahan morfologi akrosom dan hilangnya *cytoplasmic droplet* serta terjadi perubahan membran plasma

(Baharun et al., 2021). Spermatozoa abnormal yang banyak ditemukan dalam penelitian ini disebabkan karena adanya proses pematangan yang tidak sempurna pada epididymis, karena spermatozoa berasal dari perubahan sel-sel spermatogenik dari tubulus seminiferus selama spermatogenesis, diduga bahwa abnormalitas spermatozoa pada cauda epididymis dalam penelitian ini terjadi melalui gangguan keseimbangan hormonal selama spermatogenesis.

Secara fungsional epididymis sangat tergantung pada hormon testosteron. Sebagaimana diketahui, testosteron diperlukan untuk daya hidup spermatozoa dalam epididymis (W. O. Harlis & Ismail, 2023). Adanya gangguan kerja hormon akibat radikal bebas dan stress oksidatif pada testis mengakibatkan kerusakan sel spermatogenik sehingga menyebabkan pembentukan spermatozoa normal menurun dan meningkatkan persentase spermatozoa abnormal.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa pemberian monosodium glutamat pada semua dosis perlakuan menurunkan persentase morfologi spermatozoa normal epididymis mencit.

Saran

Perlu adanya upaya penyadaran kepada masyarakat mengenai efek

monosodium glutamat pada makanan terhadap kesehatan reproduksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anvari, M., Talebi, A. R., Mangoli, E., Shahedi, A., Ghasemi, M. R., & Pouretezari, M. (2020). Effects of acrylamide in the presence of vitamin E on sperm parameters, chromatin quality, and testosterone levels in mice. *Clinical and Experimental Reproductive Medicine*, 47(2), 101-107. <https://doi.org/10.5653/CERM.2019.03230>
- Awuy, F. D., Purwanto, D. S., & Mewo, Y. M. (2021). Pengaruh Pemberian Vitamin C Terhadap Kualitas Spermatozoa Yang Terpapar Asap Rokok. *Jurnal E-Biomedik*, 9(2), 240-247. <https://doi.org/10.35790/ebm.v9i2.33451>
- Baharun, A., Said, S., Arifiantini, R. I., & Karja, N. W. K. (2021). Correlation between age, testosterone and adiponectin concentrations, and sperm abnormalities in Simmental bulls. *Veterinary World*, 14(8), 2124-2130. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2021.2124-2130>
- Bani, I. I. (2023). *Tinjauan Pustaka Pengaruh Monosodium Glutamat Terhadap Fertilitas Pria*. 17-23.
- Chikmah, A. M., & Nisa, J. (2020). Pengaruh Life Style (Pola Konsumsi Makanan Mengandung Msg) Terhadap Gangguan Pemusatan Perhatian Dan Hiperaktif Pada Anak Prasekolah. *Bhamada: Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kesehatan (E-Journal)*, 11(2), 8. <https://doi.org/10.36308/jik.v11i2.184>
- Damanik, G. M., & Yuniwati, M. (2022). Optimasi Pembuatan Serbuk

- Bioflavour dari Nanas (Ananas Comosu) dengan Menggunakan Metode Foam-mat Drying sebagai Alternatif Pengganti Monosodium Glutamat Sintensis (Variabel Waktu Distilasi dan Variasi Suhu Pengovenan). *Inovasi Proses*, 7(1), 17-25.
- Gaschler, M. M., & Stockwell, B. R. (2017). Lipid peroxidation in cell death. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 482(3), 419-425. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2016.10.086>
- Harlis, W. (2023). *Morphology of Epididymis Spermatozoa and spermatogenesis of mice (Mus musculus L.) after treated by mangrove extract of Avicennia lanata ridley*. AIP Conference Proceedings 2704, 020019 (2023) <https://doi.org/10.1063/5.0138609>
- Harlis, W. O., & Ismail, S. S. (2023). *Antifertility Effect of Doses of Avicennia lanata Ridley Leaf extract on the spermatogenesis in male albino mice (Mus musculus L.)*. AIP Conference Proceedings 2704, 020007 (2023) <https://doi.org/10.1063/5.0138607>
- Hernández Bautista, R. J., Mahmoud, A. M., Königsberg, M., & López Díaz Guerrero, N. E. (2019). Obesity: Pathophysiology, monosodium glutamate-induced model and anti-obesity medicinal plants. *Biomedicine and Pharmacotherapy*, 111(October 2018), 503-516. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2018.12.108>
- Khalish, M., & Wulandari, L. Y. (2020). The Vitamin C Berpengaruh dalam Memperbaiki Kerusakan Hepar Akibat Pemberian Monosodium Glutamat. *Jurnal Penelitian Perawat Profesional*, 2(2), 125-130. <https://doi.org/10.37287/jppp.v2i2.67>
- Lina, N. M. (2013). Kualitas Spermatozoa Mencit Jantan Dewasa (*Mus musculus L.*) Setelah Diberikan Monosodium Gutamat (MSG). *Symbiosis: Journal of Biological Sciences*, 0(1), 40-50. <https://www.biomed.uninet.edu/2008/n2/eweka.html>
- Mumtazah, S., Romadhon, R., & Suharto, S. (2021). Pengaruh Konsentrasi Dan Kombinasi Jenis Tepung Sebagai Bahan Pengisi Terhadap Mutu Petis Dari Air Rebusan Rajungan. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Perikanan*, 3(2), 105-112. <https://doi.org/10.14710/jitpi.2021.13147>
- Nasihun, T., & Isradji, I. (2019). *The Effect of Continuous Multistage Countercurrent Extraction (CMCE) Propolis Extract Administration on Leydig, and Sertoli Cells Counts, and Sperm Quality Induced With Monosodium Glutamate (MSG)*. 10(2), 62-67.
- Rochmah, D. L., & Utami, E. T. (2022). Dampak Mengkonsumsi Monosodium Glutamat (Msg) Dalam Perkembangan Otak Anak. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (Undip)*, 10(2), 163-166. <https://doi.org/10.14710/jkm.v10i2.32473>
- 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>
- W.N.Rahmah. (2018). Review: Pengaruh Pemberian Ekstrak Propoelix Terhadap Morfologi Motilitas Dan Jumlah Sel Spermatozoa Tikus Wistar Jantan Yang Diinduksi Oleh

- Monosodium Glutamat. *Borneo Journal of Medical Laboratory Technology Technology*, 1(1), 25-29.
- Wardani, N. B., Susanti, M., & Maryanty, Y. (2023). Hidrolisis Raw Sugar Sebagai Bahan Baku Pembuatan Mono Natrium Glutamat Dengan Variasi pH, Suhu, dan Konsentrasi. *Distilat: Jurnal Teknologi Separasi*, 7(1), 1-5. <https://doi.org/10.33795/distilat.v7i1.178>
- Khairuddin, K. (2021). Makanan Siap Saji dan Dampaknya terhadap Kesehatan Manusia. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 4(3). <https://doi.org/10.29303/jpmpi.v4i3.936>
- Yonata, A., & Indah, I. (2016). Efek Toksik Konsumsi Monosodium Glutamate. *Majority*, 5(3), 100-104.



Yamin, M., Jufri, A. W., Jamaluddin, J., &