

Pengaruh Pemberian Pakan Mi Tepung Biji Durian (*Durio zibethinus* Murr.) terhadap Mikroanatomi Testis Tikus Wistar (*Rattus norvegicus* Berkenhout)

Effect of Feeding Durian Seed Flour Noodles (*Durio zibethinus* Murr.) on Testicular Microanatomy of Wistar Rat (*Rattus norvegicus* Berkenhout)

Silvana Tana*, Salsabila Putri Khairunisa, Teguh Suprihatin, Tyas Rini Saraswati

Program Studi Biologi, Fakultas sains dan Matematika, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Jacob Rais, Tembalang, Semarang, 50275 Indonesia

*Email: silvanatana@yahoo.co.id

Diterima 15 Agustus 2025 / Disetujui 7 Januari 2026

ABSTRAK

Limbah biji durian yang melimpah pada musim durian belum banyak dimanfaatkan. Biji durian mengandung karbohidrat yang tinggi dan berpotensi untuk diolah menjadi tepung yang dapat digunakan sebagai pengganti tepung terigu dalam pembuatan makanan berbahan dasar tepung seperti mi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pemberian pakan dalam bentuk mi tepung biji durian terhadap struktur mikroskopis testis tikus Wistar. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan hewan uji 30 ekor tikus Wistar jantan yang dibagi dalam 5 kelompok perlakuan dengan 6 ulangan. Parameter yang diamati meliputi bobot testis, diameter tubulus seminiferus, tebal lapisan epitel tubulus seminiferus, dan penilaian Johnsen untuk evaluasi spermatogenesis. Data hasil penelitian dianalisis menggunakan analisis varians (ANOVA) pada taraf kepercayaan 95%. Data kualitatif dianalisis menggunakan uji non-parametrik Kruskal-Wallis. Hasil analisis menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan ($P>0.05$) pada bobot testis, diameter tubulus seminiferus, tebal epitel seminiferus, serta skor Johnsen tubulus seminiferus. Kesimpulan penelitian ini adalah pemberian pakan dalam bentuk mi tepung biji durian tidak mempengaruhi struktur mikroskopis testis tikus Wistar.

Kata kunci: bobot testis, diameter tubulus seminiferus, tebal lapisan epitel tubulus seminiferus, skor Johnsen

ABSTRACT

The abundant durian seed waste during the durian season has not been widely utilized. Durian seeds contain high carbohydrates and have the potential to be processed into flour which can be used as a substitute for wheat flour in the manufacture of flour-based foods such as noodles. This study aimed to analyze the effect of feeding in the form of durian seed flour noodles on the microanatomical structure of the testes of Wistar rats. This study used a completely randomized design (CRD) with 30 male Wistar rats as experimental animals which were divided into 5 treatment groups with 6 replications. Parameters observed included testicular weight, diameter of seminiferous tubules, thickness of seminiferous tubule epithelium, and Johnsen's assessment for spermatogenesis evaluation. Research data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) at the 95% level of confidence. Qualitative data were analyzed using the Kruskal-Wallis non-parametric test. The results showed that there was non-significant difference ($P>0.05$) in testicular weight, seminiferous tubules diameter, seminiferous epithelium thickness, and Johnsen score of seminiferous tubules. The conclusion of this study was that feeding in the form of durian seed flour noodles did not affect the microanatomical structure of the testes of Wistar rats.

Keywords: testicular weight, seminiferous tubule diameter, seminiferous tubule epithelium thickness, Johnsen score

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki iklim tropis yang sangat cocok untuk menanam berbagai jenis buah-buahan tropis, salah satunya adalah durian (*Durio zibethinus*). Durian berasal dari Asia Tenggara, dianggap sebagai "raja buah" karena bentuknya yang besar dan berduri, kaya rasa, serta dikenal dengan baunya yang khas. Durian memiliki popularitas yang tinggi dan banyak dikonsumsi di Indonesia, terlebih lagi saat musim panen durian. Lebih dari setengah bagian buah durian tidak dikonsumsi dan dibuang menjadi limbah. Limbah kulit dan biji durian yang melimpah menjadi masalah lingkungan ketika dibuang ke tempat pembuangan akhir. Pengolahan limbah durian menjadi produk yang bermanfaat adalah cara strategis untuk mengelola limbah durian (Payuset *et al.*, 2021).

Buah durian dan limbahnya telah dieksplorasi dan dikembangkan menjadi berbagai produk yang bernilai selama beberapa dekade terakhir. Kulit durian diketahui memiliki lebih banyak kegunaan daripada bijinya, kulit durian menyumbang sekitar 85% dan biji durian sebesar 16% dalam olahan produk makanan dan non-makanan (Cheok *et al.*, 2018). Biji durian merupakan limbah makanan yang rutin dibuang oleh masyarakat karena pemanfaatannya yang masih kurang. Biji durian tidak dapat dikonsumsi secara langsung karena mengandung asam lemak siklopropanoid yang berbahaya (Djaeni & Prasetyaningrum, 2010). Biji durian biasanya dikonsumsi setelah melalui pemasakan seperti direbus atau dikukus.

Biji durian memiliki kandungan nutrisi yang lengkap dan berpotensi untuk diolah menjadi tepung yang dapat diaplikasikan dalam pembuatan berbagai makanan. Kumoro *et al.* (2020) dan Srianta *et al.* (2012) melaporkan bahwa biji durian memiliki kandungan karbohidrat 18,92%, kandungan protein 3,4%, kandungan lemak 1,32%, kandungan serat 19,88%, kandungan abu 1,58%, dan kadar air 54,9%. Data tersebut menunjukkan bahwa kandungan karbohidrat biji durian cukup tinggi sehingga dapat diolah menjadi tepung yang bernilai ekonomis dan berpotensi sebagai bahan baku produk diversifikasi tepung. Biji durian

banyak dimanfaatkan dalam pembuatan produk makanan seperti bakso (Malini *et al.*, 2016), kue mangkuk (*cupcake*) (Eliza *et al.*, 2021), mikring (Mulyati *et al.*, 2019), dan susu bubuk nabati (Apriani *et al.*, 2022).

Tepung terigu dan beras merupakan bahan makanan pokok yang penting di Indonesia. Tepung terigu yang berasal dari penggilingan gandum ini tidak diproduksi di Indonesia melainkan diimpor dari negara pengekspor gandum. Penggunaan tepung terigu yang paling dominan di Indonesia adalah untuk produksi mi yaitu lebih dari setengah (55%) total penggunaan tepung (Kingwell *et al.*, 2019). Mi merupakan makanan yang disukai semua kalangan masyarakat di Indonesia mulai dari anak-anak hingga orang tua. Data *World Instant Noodles Association* (WINA) menunjukkan bahwa pada tahun 2021, Indonesia menjadi negara kedua dengan konsumsi mi instan terbanyak setelah China/Hong Kong di dunia dengan 13.270 juta porsi.

Penelitian mengenai penggunaan tepung biji durian dalam berbagai produk pangan telah banyak dilakukan, namun penelitian terkait pengaruh pemberian tepung biji durian terhadap organ tubuh terutama organ reproduksi belum dilakukan. Penelitian ini menggunakan tepung biji durian sebagai bahan substitusi dalam pembuatan mi yang diberikan kepada hewan uji untuk mengamati dan menganalisis pengaruhnya terhadap mikroanatomi testis tikus Wistar.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan selama delapan bulan di Laboratorium Biologi Struktur dan Fungsi Hewan dan di kandang hewan uji Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro Semarang. Pembuatan preparat histologi testis tikus Wistar dilaksanakan di Balai Besar Veteriner Wates Yogyakarta. Pengamatan preparat histologi testis tikus Wistar dilaksanakan di Laboratorium Biologi Dasar.

Alat yang dibutuhkan dalam penelitian meliputi kandang tikus berukuran 20×15×20 cm, tempat makan dan minum tikus, timbangan hewan, timbangan Digipounds I2000, alat tulis, buku

catatan harian, gelas ukur, *blender*, oven, pengayak ukuran 80 *mesh*, alat bedah (*dissecting set*), jarum, kaca objek dan kaca penutup, *tissue cassette*, *tissue processor*, pencetak (*base mold*), *tissue embedding machine*, mikrotom putar, *water bath*, *hot plate*, wadah pewarna, mikroskop, dan *Optilab Advance Plus*.

Bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi biji durian yang diperoleh dari toko durian Gunungpati dan beberapa penjual durian di Semarang, 30 ekor tikus Wistar jantan berusia 4 minggu yang diperoleh dari Ngaliyan sebagai hewan uji, air kapur, sekam, pakan Hi-pro-vite A594K, air minum tikus, sarung tangan lateks, kapas, aluminium foil, label, akuades, larutan NaCl fisiologis, kloroform, *neutral buffered formalin* 10% (BNF), alkohol 70%, 80%, dan 90%, etanol absolut, xylol, parafin, albumin Mayer, hematoxylin, eosin, dan entellan.

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan 30 ekor tikus Wistar jantan berusia 4 minggu sebagai hewan uji yang dibagi menjadi 5 kelompok perlakuan dengan 6 ulangan. Pembagian kelompok perlakuan pada penelitian ini adalah:

M0: Tikus diberi pakan standar sebagai kontrol

M1: Tikus diberi pakan standar dan mi instan

M2: Tikus diberi pakan standar dan mi tepung terigu 100%

M3: Tikus diberi pakan standar dan mi tepungbiji durian 25% + tepung terigu 75%

M4: Tikus diberi pakan standar dan mi tepungbiji durian 50% + tepung terigu 50%

Pembuatan Tepung Biji Durian

Persiapan biji durian dilakukan melalui beberapa tahap yaitu pengupasan, perendaman, dan pengeringan. Limbah biji durian yang telahdisortir dikupas untuk memisahkan kulit dari biji durian. Biji durian dimasak dengan teknik *blanching* selama 5 menit pada suhu 80°C. Biji durian direndam dalam air kapur 10% selama 1jam untuk menghilangkan lendir dalam biji durian. Biji durian yang telah direndam dibersihkan dengan air

mengalir untuk membilas lendir biji durian dan kapur pada biji durian. Biji durian yang telah dibersihkan dipotong dengan ketebalan 0,5–1 mm. Biji durian dikeringkan dalam oven pada suhu 100 °C selama 2 jam untuk menghilangkan kadar air pada biji durian. Biji durian kering dihaluskan menggunakan *blender*. Biji durian yang sudah halus diayak dengan pengayak berukuran 80 *mesh* untuk mendapatkan pati bijidurian. Pati biji durian siap digunakan sebagai bahan baku pembuatan mi tepung biji durian (Purnama *et al.*, 2022).

Pembuatan Mi

Pembuatan mi menggunakan tepung terigu sebagai bahan baku utama dan tepung biji durian sebagai bahan substitusi dalam 125 g adonan mi. Pembuatan mi dilakukan setiap tiga hari. Terdapat tiga macam mi yang dibuat yaitu mi tepung terigu 100% (M2); mi tepung biji durian 25% (M3); dan mi tepung biji durian50% (M4). Tepung terigu dan tepung biji durianyang sudah dicampur diberi 1 g penyedap rasa, 1 g garam, 65 g telur, dan air dingin. Semua bahan diaduk hingga tercampur. Adonan tersebut kemudian ditekan-tekan hingga menyatu dan kenyal. Adonan selanjutnya ditipiskan menjadi lembaran dan dicetak dengan bantuan mesin pembuat mi sehingga terbentuk untaian mi. Mi dimasukkan ke dalam air mendidih dan direbus selama 5 menit. Mi yang sudah matang diangkat lalu dicelupkan ke dalam air dingin untuk menghentikan proses pemasakan. Mi ditiriskan dan disimpan dalam wadah tertutup (modifikasi formula dari Mulyati *et al.*, 2019).

Pemberian Perlakuan Hewan Uji

Tikus Wistar sebanyak 30 ekor dengan bobot tubuh seragam dibagi menjadi 5 kelompok perlakuan dengan 6 ulangan secara acak. Seluruh kelompok perlakuan diberi pakan standar sebanyak 20 g pada pagi hari dan 10 g pada sore hari, air minum diberikan sebanyak 60 ml, dan perlakuan mi diberikan sebanyak 10 g pada pagi hari selama 30 hari. Jumlah pakan, air, dan mi yang dikonsumsi tikus, serta suhu dan kelembapan udara, dicatat setiap harinya. Pembedahan dan isolasi organ testis dilakukan setelah pemberian perlakuan selesai.

Parameter Pengamatan

Preparat histologi testis dibuat dengan metode parafin sesuai dengan instruksi dan prosedur pembuatan *slide* histopatologi di Balai Besar Veteriner Wates Yogyakarta. Organ testis yang sudah diisolasi dari rongga abdomen tikus dicuci dengan larutan NaCl fisiologis lalu ditimbang dengan timbangan digital.

Pengukuran diameter tubulus seminiferus dilakukan dengan mengukur sumbu minor (x) dan sumbu mayor (y) pada irisan melintang tubulus menggunakan mikroskop. Dua nilai pengukuran yang berlawanan secara diametris dijumlah dan dibagi dua. Pengukuran tebal epitel seminiferus diambil dari tunika propia sampai lumen tubular. Nilai pengukuran tebal lapisan epitel seminiferus di setiap tubulus adalah hasil rata-rata dari empat pengukuran yang dilakukan di empat kuadran tubulus (90°, 180°, 270° dan 360°) (Altoé *et al.*, 2014).

Evaluasi gambaran histologis testis dan spermatogenesis dilakukan secara kualitatif menggunakan kriteria Johnsen (Johnsen, 1970) melalui pengamatan preparat dengan mikroskop (perbesaran 400×). Kriteria Johnsen menjadi sistem penilaian sepuluh poin untuk mengukur spermatogenesis menurut profil sel yang ditemukan di dalam tubulus seminiferus. Skor Johnsen 10 menunjukkan aktivitas spermatogenesis maksimum, sedangkan skor 1 menunjukkan tidak adanya sel germinal. Skor Johnsen diberikan untuk setiap tubulus yang diamati dan dikalikan dengan jumlah tubulus. Hasil seluruh skor dijumlahkan kemudian dibagi dengan jumlah tubulus yang dievaluasi, menghasilkan skor akhir Johnsen (Teixeira *et al.*, 2019).

Analisis Data

Data kuantitatif dan kualitatif dianalisis menggunakan perangkat lunak SPSS versi 26. Data kuantitatif diuji normalitasnya menggunakan uji Shapiro-Wilk dan diuji homogenitasnya menggunakan uji Levene. Data yang terdistribusi normal dan homogen dianalisis menggunakan analisis varians (ANOVA) pada taraf kepercayaan 95%. Data kualitatif dianalisis menggunakan uji

non parametrik Kruskal-Wallis pada taraf kepercayaan 95% (Nuryadi dkk., 2017; Purnomo & Syamsul, 2017).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis ANOVA menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan ($P>0.05$) pada bobot testis, diameter tubulus seminiferus, dan tebal lapisan epitel tubulus seminiferus. Hasil analisis rata-rata bobot testis, diameter tubulus seminiferus, tebal epitel seminiferus, dan skor tubulus seminiferus tikus Wistar yang diberi perlakuan pakan standar, mi instan, mi tepung terigu, dan mi tepung biji durian selama 30 hari dapat dilihat pada Tabel 1.

Bobot testis berkolerasi positif dengan diameter tubulus seminiferus dan tebal lapisan epitel tubulus seminiferus, ketiga parameter menunjukkan hasil yang berbeda tidak signifikan antar kelompok perlakuan. Hasil ANOVA terhadap parameter bobot testis, diameter tubulus seminiferus, dan tebal lapisan epitel tubulus seminiferus berbeda tidak signifikan ($P>0.05$) antara kelompok perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian pakan berupa mi tepung biji durian dengan konsentrasi 25% dan 50% tidak berpengaruh secara signifikan terhadap bobot testis tikus.

Hasil yang berbeda tidak signifikan ini diduga karena kandungan senyawa antinutrien dalam biji durian sudah berkurang sehingga tidak bersifat toksik. Biji durian mentah mengandung senyawa antinutrien yaitu asam lemak siklopropenoid dan asam oksalat yang dapat mengganggu metabolisme lemak dan absorpsi nutrisi dalam tubuh. Sesuai dengan pernyataan Nissa *et al.* (2019) bahwa biji durian mengandung faktor antinutrisi berupa asam lemak siklopropenoid dan asam oksalat yang bersifat toksik. Asam lemak siklopropenoid menghambat pemecahan lemak, asam oksalat yang tidak dapat diserap dalam darah berikatan dengan kalsium dan dapat membentuk batu ginjal.

Proses pemasakan dan perendaman biji durian dalam air kapur dalam pembuatan tepung biji durian telah menurunkan kadar senyawa antinutrien dalam biji durian sehingga tidak

memengaruhi parameter bobot testis. Didukung oleh pernyataan Rofi'ana *et al.* (2018) bahwa pengurangan kadar oksalat dapat dilakukan dengan cara perendaman dalam larutan asam, basa dan garam. Menurut Ross *et al.* (2020), asam lemak siklopropenoid dapat ditangani dengan sulfasi, yaitu dengan mengalirkan zat sulfat ke dalam lemak, atau melalui pemanasan tinggi untuk melepaskan gugus siklopropena.

Penyebab lain dari hasil yang berbeda tidak signifikan ini diduga karena testis memiliki penghalang fisik yang dibentuk oleh ikatan sel Sertoli yang berdekatan, yaitu *blood-testis barrier* (BTB). Tubulus seminiferus tidak dimasuki oleh saraf, pembuluh limfatik, dan pembuluh darah sehingga masuknya nutrisi, hormon, elektrolit, kecuali toksikan, ke dalam kompartemen adluminal diregulasi oleh BTB. Substansi yang

tidak diperlukan dalam spermatogenesis akan dihalangi oleh BTB agar tidak masuk ke dalam kompartemen adluminal dan tidak mengganggu meiosis dan spermiogenesis serta tidak memengaruhi diameter tubulus. Sesuai dengan pernyataan Cheng & Mruk (2012) bahwa fungsi utama BTB adalah untuk membatasi "aliran" zat paraseluler (air, elektrolit, ion, nutrisi, hormon, faktor parakrin, dan biomolekul) melintasi epitel sel Sertoli ke dalam kompartemen adluminal. Epitel seminiferus tidak ditembus oleh pembuluh darah atau kapiler, pembuluh limfatik, atau bahkan saraf, sehingga BTB mengatur masuknya zat, baik nutrisi (gula, asam amino) dan molekul (hormon, elektrolit) dan toksikan berbahaya (toksikan lingkungan, obat, bahan kimia), ke dalam kompartemen adluminal tempat spermiogenesis dan spermiasi terjadi.

Tabel 1. Hasil analisis rata-rata bobot testis, diameter tubulus seminiferus, dan tebal epitel seminiferous, skor seminiferus tikus Wistar setelah pemberian perlakuan selama 30 hari

Variabel	M0 $\bar{X} \pm SD$	M1 $\bar{X} \pm SD$	M2 $\bar{X} \pm SD$	M3 $\bar{X} \pm SD$	M4 $\bar{X} \pm SD$
Bobot Testis (g)	1.00 $\pm$ 0.06	0.94 $\pm$ 0.16	0.83 $\pm$ 0.19	1.05 $\pm$ 0.06	0.97 $\pm$ 0.10
Diameter Tubulus Seminiferus (μ m)	59.07 $\pm$ 2.92	62.51 $\pm$ 4.45	57.51 $\pm$ 6.50	62.09 $\pm$ 5.34	62.47 $\pm$ 8.92
Tebal Epitel Tubulus Seminiferus (μ m)	18.95 $\pm$ 0.90	19.69 $\pm$ 1.34	18.59 $\pm$ 1.37	19.6 $\pm$ 1.04	20.69 $\pm$ 2.65
Skor Tubulus Seminiferus	9.27 $\pm$ 0.10	9.00 $\pm$ 0.13	9.23 $\pm$ 0.15	9.23 $\pm$ 0.23	9.23 $\pm$ 0.20

Keterangan: Data yang ditampilkan berupa rata-rata $\pm$ standar deviasi. Hasil ANOVA menunjukkan berbeda tidak signifikan pada baris yang sama (taraf kepercayaan 95%). M0: kontrol yang diberi pakan standar; M1: perlakuan pakan standar dan mi instan; M2: perlakuan pakan standar dan mi terigu 100%; M3: perlakuan pakan standar dan mi tepung biji durian 25% + tepung terigu 75%; M4: perlakuan pakan standar dan mi tepung biji durian 50% + tepung terigu 50%.

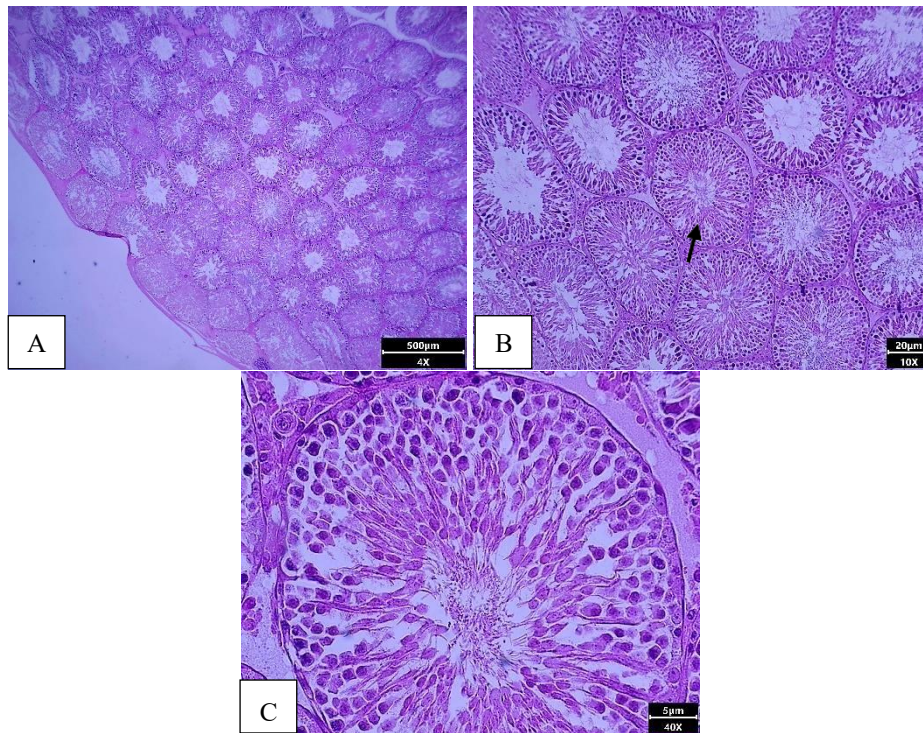
Pemberian pakan berupa mi tepung biji durian dengan konsentrasi 25% dan 50% tidak berpengaruh secara signifikan terhadap skor tubulus seminiferus. Penilaian Johnsen terhadap tubulus seminiferus tikus kontrol M0 menghasilkan rata-rata skor Johnsen sebesar 9.27, pada tikus M1 sebesar 9, dan pada tikus M2, M3, dan M4 rata-rata skor Johnsen sebesar 9.23. Skor Johnsen 9 mengindikasikan spermatogenesis dengan tubulus seminiferus berisi banyak sel sperma dan epitel germinal yang tidak teratur. Irisan melintang testis menampilkan beberapa tubulus dengan lumen yang tertutupi oleh sel-

germinal pada setiap perlakuan, menunjukkan susunan epitel germinal yang tidak beraturan. Sesuai dengan pernyataan Thanh *et al.* (2020) bahwa skor Johnsen 9 mengindikasikan banyak spermatozoa tetapi epitel germinal tidak teratur dengan obliterasi lumen yang nyata.

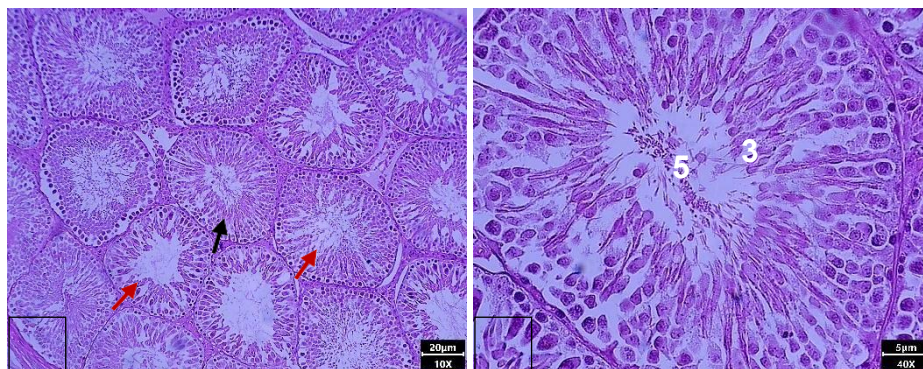
Perlakuan kontrol M0 yang hanya diberikan pakan standar menunjukkan tubulus seminiferus normal dengan spermatogenesis yang sedikit tidak teratur, dilihat dari rata-rata skor Johnsen sebesar 9.27 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Lapisan sel dari membran dasar hingga lumen berisi sel germinal dengan tahap perkembangan

yang lengkap, mulai dari sel spermatogonia, spermatosit primer, spermatosit sekunder, spermatid bulat, spermatid memanjang, hingga spermatozoa. Sel Sertoli tampak berada di membran basal tubulus dengan bentuk sel yang tidak beraturan dan nukleus pucat. Sel Leydig ditemukan di ruang interstisial di antara tubulus seminiferus yang berdekatan. Sesuai dengan pernyataan El-Azab & El-Mahalaway (2019)

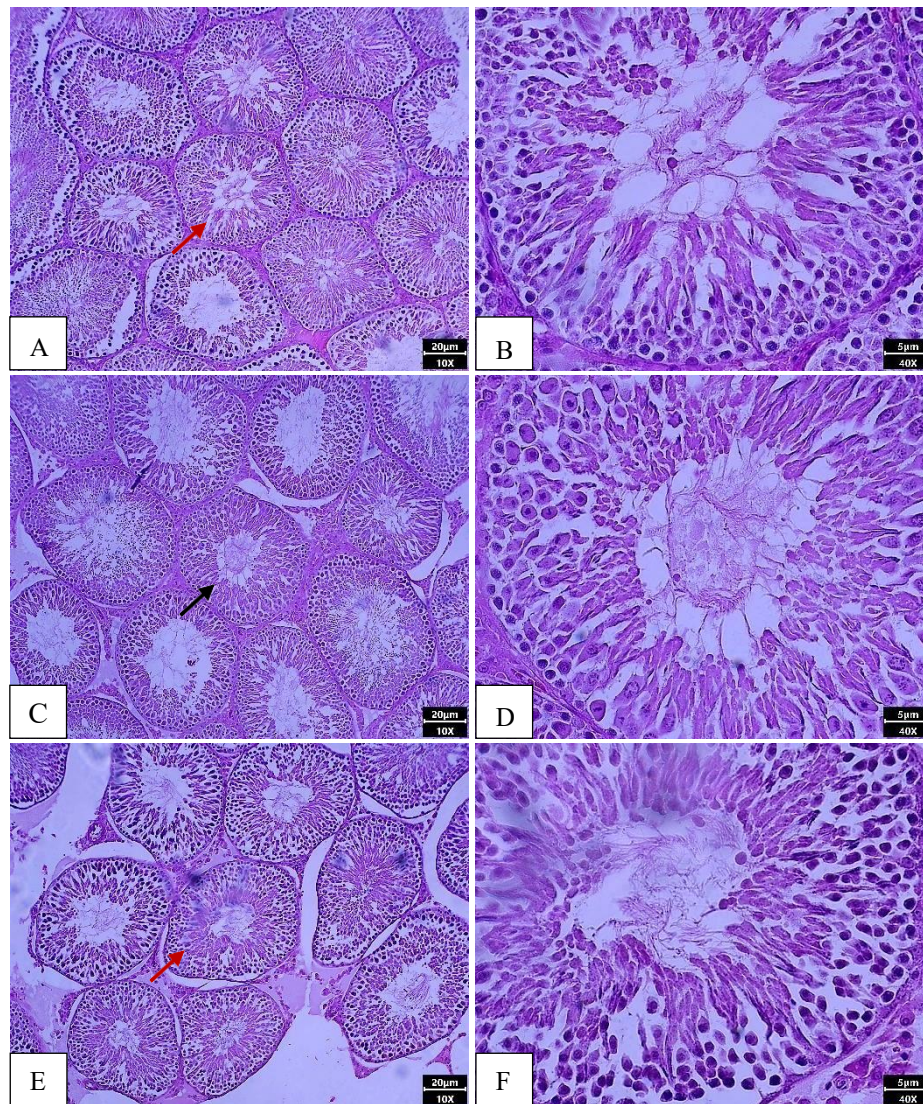
bahwa tikus kontrol menunjukkan struktur histologis normal. Epitel germinal terdiri dari beberapa lapisan sel spermatogenik yang terbentuk dari spermatogonia, spermatosit, spermatid, dan sperma. Sel Sertoli tampak berbentuk piramidal dengan inti vesikular besar. Ruang interstitial di antara tubulus diisi oleh jaringan ikat dan kelompok sel Leydig.



Gambar 1. Gambaran irisan melintang testis tikus M0 dengan rata-rata skor Johnsen 9.27 (Pewarnaan H&E). Keterangan: A. Pada perbesaran 40×, B. Pada perbesaran 100×, dan C. Pada perbesaran 400×. 1. Sel Leydig; 2. Spermatogonia; 3. Spermatozoa; 4. Sel Sertoli; 5. Spermatid bulat. Tanda panah hitam menunjukkan tubulus dengan skor Johnsen 9.



Gambar 2. Gambaran irisan melintang testis tikus M1 dengan rata-rata skor Johnsen 9 (Pewarnaan H&E). Keterangan: A. Pada perbesaran 100× dan B. Pada perbesaran 400×. 1. Sel Leydig; 2. Spermatogonia; 3. Spermatid bulat; 4. Sel Sertoli; 5. Lumen; 6. Spermatozoa. Tanda panah hitam menunjukkan tubulus dengan skor Johnsen 9, panah merah menunjukkan skor Johnsen 8.



Gambar 3. Gambaran irisan melintang testis tikus dengan rata-rata skor Johnsen 9.23 (Pewarnaan H&E).
Keterangan: A. Perlakuan M2 (perbesaran 100×); B. Perlakuan M2 (perbesaran 400×); C. Perlakuan M3 (perbesaran 100×); D. Perlakuan M3 (perbesaran 400×); E. Perlakuan M4 (perbesaran 100×); F. Perlakuan M4 (perbesaran 400×).
1. Spermatogonia; 2. Spermatosit primer; 3. Spermatosit sekunder; 4. Spermatid; 5. Spermatozoa; 6. Sel Leydig. Tanda panah hitam menunjukkan tubulus dengan skor Johnsen 10, panah merah menunjukkan skor Johnsen 9.

Perlakuan M1 merupakan tikus yang diberi pakan standar dan mi instan selama 30 hari. Penilaian Johnsen terhadap tikus M1 menghasilkan skor rata-rata sebesar 9 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Rata-rata skor tersebut sedikit lebih rendah dibandingkan perlakuan lain karena terdapat tubulus dengan skor 8 sehingga menurunkan rata-rata skor keseluruhan. Skor Johnsen 8 mengindikasikan spermatogenesis dengan hanya sedikit spermatozoa dan spermatid memanjang di lumen tubulus. Sesuai dengan pernyataan Kobylak *et al.* (2015) bahwa skor 8

mengindikasikan terdapat kurang dari lima spermatozoa per tubulus dan sedikit spermatid tahap akhir. Pengurangan jumlah spermatozoa ini diduga disebabkan oleh zat aditif yang terkandung dalam mi instan yaitu tartrazin.

Tartrazin adalah pewarna makanan kuning sintetis, merupakan pewarna azo yang larut dalam air dan banyak digunakan dalam makanan, minuman, obat, dan sebagainya. Asupan harian yang dapat diterima (ADI) untuk tartrazin adalah 7,5 mg/kg/hari oleh *Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives* (JECFA) (da Silva &

Fracacio, 2020). Penelitian Elekima & Nwachuku (2019) menunjukkan kemungkinan gangguan fertilitas bila pewarna tartrazin dikonsumsi dalam dosis tinggi. Jaringan testis mengalami perubahan histopatologis seperti distorsi pada lumen seminiferus, piknosis, distorsi membran dasar dan hilangnya sel Leydig, serta vakuolasi lapisan spermatogonia. Khudhur *et al.* (2021) menyatakan bahwa 'Indomie' mengandung tartrazin sebagai pewarna makanan. Pemberian konsentrasi bertingkat mi 'Indomie' memiliki efek merugikan yang signifikan terhadap konsentrasi sperma, motilitas, dan kelangsungan hidup sperma. Penurunan jumlah sperma di cauda epididimis yang diamati pada tikus yang diberi mi 'Indomie' mungkin merupakan hasil dari penurunan pengaruh testosteron pada spermatogenesis.

Perlakuan M2 merupakan tikus yang diberi pakan standar dan mi tepung terigu 100% selama 30 hari. Perlakuan M3 dan M4 merupakan tikus yang diberi pakan standar dan mi tepung biji durian dengan kadar 25% dan 50% selama 30 hari. Irisan melintang testis perlakuan M2, M3, dan M4 menunjukkan tubulus seminiferus normal dengan spermatogenesis yang sedikit tidak teratur, dilihat dari rata-rata skor Johnsen sebesar 9.23 seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.3A-F. Pengamatan histologis pada irisan melintang testis perlakuan M2, M3, dan M4 menunjukkan susunan komponen seluler tubulus yang normal seperti perlakuan kontrol. Aktivitas spermatogenesis dan struktur histologis normal sesuai dengan rata-rata skor tubulus yang lebih dari 9. Hal ini diduga karena mi tepung terigu dan mi tepung biji durian dibuat tanpa pengawet dan zat pewarna sintetis sehingga tidak berdampak negatif bagi organ tubuh terutama testis.

KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini adalah pemberian pakan dalam bentuk mi tepung biji durian tidak mempengaruhi struktur mikroanatomi testis tikus Wistar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih kepada dosen pembimbing skripsi karena telah melibatkan

penulis dalam penelitian yang didanai oleh PNBPFM Undip tahun 2021 nomor 2170/UN7.5.8.2/PP/2021.

DAFTAR PUSTAKA

- Altoé, P. M., Tatsuo, E. S., Paulo, D. N. S., Jarske, R., Milagres, M., & Loureiro, I. D. (2014). Effects of human chorionic gonadotropin on the normal testicular tissue of rats. *Acta Cirurgica Brasileira*, 29, 292-298. <https://doi.org/10.1590/s0102-86502014000500002>.
- Apriani, E., Dewi, Y. S. K., & Rahayuni, T. (2022). Milk Powder Formulation Based on Durian Seed Flour, Cocoa, Wild Honey "Tikung" and Creamer. *FoodTech: Jurnal Teknologi Pangan*, 5(1), 33-40. <https://doi.org/10.26418/jft.v5i1.57342>
- Cheng, C. Y., & Mruk, D. D. (2012). The blood-testis barrier and its implications for male contraception. *Pharmacological Reviews*, 64(1), 16-64. <https://doi.org/10.1124/pr.110.002790>
- Cheok, C. Y., Mohd Adzahan, N., Abdul Rahman, R., Zainal Abedin, N. H., Hussain, N., Sulaiman, R., & Chong, G. H. (2018). Current trends of tropical fruit waste utilization. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58(3), 335-361. <https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1176009>
- da Silva, J., & Fracacio, R. (2021). Toxicological and ecotoxicological aspects of tartrazine yellow food dye: a literature review. *Brazilian Journal of Environmental Sciences (RBCIAMB)*, 56(1), 137-151. <https://doi.org/10.5327/Z21769478746>
- Djaeni, M., & Aji Prasetyaningrum, A. P. (2010). Kelayakan biji durian sebagai bahan pangan alternatif: Aspek nutrisi dan tekno ekonomi. *Riptek*, 4(11), 37-45.
- El-Azab, N. E. E., & Elmahalaway, A. M. (2019). A Histological and Immunohistochemical Study on Testicular Changes Induced by Silver Nanoparticles in Adult Rats and The Possible Protective Role of Camel Milk. *Egyptian Journal of Histology*, 42(4), 1044-

1058. <https://doi.org/10.21608/ejh.2019.13507.1126>
- Elekima, I., & Nwachuku, O. E. (2017). Evaluation of Acute and Chronic Toxicity of Tartrazine (E102) on Steroid Reproductive Hormones of Albino Rats. *Asian Journal of Research and Reports in Endocrinology*, 2(1), 1-15. <https://doi.org/10.9734/ajrre/2019/v2i12>.
- Eliza, E., Saphira, I., & Yunianto, A. E. (2021). Utilization of Durian Seed Flour in Making High Energy and Protein Cupcakes. *Journal of Applied Food and Nutrition*, 2(2), 77-83. <https://doi.org/10.17509/jafn.v2i2.43972>
- Khudhur, P. K., Hajee, S. I., Abdulkareem, S. M., & Rahman, L. Q. (2021). Evaluation of hemato-biochemical parameters, body and organ weight and reproductive profile changes in response to receiving different levels of indomie noodles in albino rats. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 83(2)Spl issue,195-203. <https://doi.org/10.36468/pharmaceutical-sciences.spl.239>
- Kingwell, R., Elliott, P., Cowman, S., Carter, C. & White, P. (2019). *The Indonesian Noodle Market: Its Importance to Australian Wheat Exports*. Australian Export Grains Innovation Centre, Perth and Sydney. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21845.06884>
- Kobyliak, N. M., Falalyeyeva, T. M., Kuryk, O. G., Beregova, T. V., Bodnar, P. M., Zholobak, N. M., ... & Spivak, M. Y. (2015). Antioxidative Effects of Cerium Dioxide Nanoparticles Ameliorate Age-Related Male Infertility: Optimistic Results in Rats and The Review of Clinical Clues for Integrative Concept of Men Health and Fertility. *EPMA Journal*, 6(12), 1-22. <https://doi.org/10.1186/s13167-015-0034-2>
- Kumoro, A. C., Alhanif, M., & Wardhani, D. H. (2020). A Critical Review on Tropical Fruits Seeds as Prospective Sources of Nutritional and Bioactive Compounds for Functional Foods Development: A Case of Indonesian Exotic Fruits. *International Journal of Food Science*, 2020(4051475), 1-15. <https://doi.org/10.1155/2020/4051475>
- Malini, D. R., Arief, I. I., & Nuraini, H. (2016). Utilization of durian seed flour as filler ingredient of meatball. *Media Peternakan*, 39(3), 161-167. <https://doi.org/10.5398/medpet.2016.39.3.161>
- Mulyati, A. H., Widiastuti, D., & Najmulhasanah, Q. (2019). Characterization of Dried Noodles from Local Durian (*Durio zibethinus* L.) Seed Flour. *The International Journal of Recent Technology and Engineering*, 8(2S7), 90-93. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1095/1/012001>
- Nissa, K., Wahyono, F., & Suthama, N. (2019). Pengaruh Pemberian Tepung Biji Durian sebagai Substitusi Jagung dalam Pakan Ayam Petelur terhadap Rasio Heterofil-Limfosit dan Produksi Telur. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan (Indonesian Journal of Animal Science)*, 29(2), 95-100. <https://doi.org/10.21776/ub.jiip.2019.029.02.01>
- Nuryadi, N., Astuti, T. D., Sri Utami, E., & Budiantara, M. (2017). *Dasar-Dasar Statistik Penelitian*. Sibuku Media, Yogyakarta.
- Payus, C. M., M. A. Refdin, N. Z. Zahari, A. B. Rimba, M. Geetha, C. Saroj, ... & P. A. Oliver. (2021). Durian Husk Wastes as Low-Cost Adsorbent for Physical Pollutants Removal: Groundwater Supply. *Materials Today: Proceedings*, 42(1), 80-87. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.10.006>
- Purnama, N., Said, I., & Rahmawati, S. (2022). The use of durian seeds (*Durio zibethinus* Murr) as flour products from Tolitoli and Donggala Regencies. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 12(3), 478-484. <https://doi.org/10.29244/jpsl.12.3.478-484>
- Purnomo, H., & Syamsul, E. S. (2017). *Statistika Farmasi (Aplikasi Praktis dengan SPSS)*. Grafika Indah, Yogyakarta.
- Rofi'ana, Suedy, S. W. A., & Parman, S. (2018). Effect of Soaking of NaCl Solution on Reduction of Calcium Oxalate and Size of

Amylum on Purple Yam (*Dioscorea alata* L.). *Niche Journal of Tropical Biology*, 1(1), 1-6.

<https://doi.org/10.14710/niche.1.1.%25p>

Ross, R. J., Jeyaseelan, R., & Lautens, M. (2020). Rhodium-Catalyzed Intermolecular Cyclopropanation of Benzofurans, Indoles, and Alkenes Via Cyclopropene Ring Opening. *Organic Letters*, 22(12), 4838-4843.

<https://doi.org/10.1021/acs.orglett.0c01655>

Soliman, H. M., Wagih, H. M., Attia, G. M., & Algaidi, S. A. (2014). Light and Electron Microscopic Study on The Effect of Antischizophrenic Drugs on The Structure of Seminiferous Tubules of Adult Male Albino Rats. *Folia Histochemica et Cytobiologica*, 52(4), 335-349.

<https://doi.org/10.5603/FHC.a2014.0038>

Srianta, I., Hendrawan, B., Kusumawati, N., & Blanc, P. J. (2012). Study on durian seed as a new substrate for angkak production. *International Food Research Journal*, 19(3), 941-945.

<https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20133248969>

Teixeira, T. A., Pariz, J. R., Dutra, R. T., Saldiva, P. H., Costa, E., & Hallak, J. (2019). Cut-off values of the Johnsen score and Copenhagen index as histopathological prognostic factors for postoperative semen quality in selected infertile patients undergoing microsurgical correction of bilateral subclinical varicocele. *Translational Andrology and Urology*, 8(4), 346-355.

<https://doi.org/10.21037/tau.2019.06.23>

Thanh, T. N., Van, P. D., Cong, T. D., Le Minh, T., & Vu, Q. H. N. (2020). Assessment of Testis Histopathological Changes and Spermatogenesis in Male Mice Exposed to Chronic Scrotal Heat Stress. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, 8(3), 174-180.

<https://doi.org/10.31893/jabb.20023>