



JURNAL BIOSAINS

(Journal of Biosciences)

<http://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/biosains>

email : jbiosains@unimed.ac.id



PENGARUH PEMBERIAN PUREE TOMAT (*Solanum esculentum Mill*) TERHADAP STRUKTUR DAN FUNGSI TESTIS TIKUS PUTIH GALUR WISTAR (*Rattus norvegicus*) YANG TELAH DIINDUKSI MSG

Getra Fairudillah, Meida Nugrahalia, Hudson Sidabutar

Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Medan, Jl. Willem Iskandar Psr. V, Medan Estate, Medan, Indonesia, 20221

E-mail : getrasyabab@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adanya pengaruh puree tomat terhadap berat testis, volume testis, diameter tubulus seminiferus, dan jumlah sel Leydig tikus putih. Jenis penelitian ini adalah eksperimental menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) non faktorial menggunakan 25 ekor tikus putih. Penelitian ini mempunyai lima taraf perlakuan yaitu P0 sebagai kontrol tidak diberi perlakuan; P1 diberi MSG 0,96gr/200gr BB setiap hari selama 15 hari; P2 diberi MSG 0,96 gr/200gr BB selama 15 hari setelah itu diberi 0,74gr/200 gr BB puree tomat selama 30 hari; P3 diberi MSG 0,96 gr/200gr BB selama 15 hari setelah itu diberi 1,49gr/200 gr BB puree tomat selama 30 hari; P4 diberi MSG dengan dosis 0,96 gr/200gr BB selama 15 hari setelah itu diberi 2,24gr/200 gr BB puree tomat selama 30 hari. Data yang diperoleh diuji dengan ANOVA kemudian dilanjutkan dengan uji BNT. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa puree tomat berpengaruh secara nyata terhadap berat testis dan jumlah sel Leydig. Dan tidak berpengaruh nyata terhadap volume testis dan diameter tubulus seminiferus.

Kata Kunci : Puree Tomat, Monosodium Glutamat, Testis Tikus Wistar

EFFECT OF TOMATO PUREE GIVING (*Solanum esculentum Mill*) AGAINST STRUCTURE AND FUNCTION OF WHITE WISTAR RATS (*Rattus Norvegicus*) TESTED MSG

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of tomato puree on testis (weight and volume), diameter of seminiferous tubules, and number of Leydig cells. The type of this research was experimental using completely non-factorial randomized design (RAL) using 25 white rats. This research has five treatment level that is P0 as control; P1 is given MSG 0.96gr / 200gr BW daily for 15 days; P2 was given MSG 0.96 gr / 200gr BW for 15 days after it was given 0.74 gr / 200 gr BW puree tomato for 30 days; P3 was given MSG 0.96 gr / 200gr BW for 15 days after it was given 1.49 gr / 200 gr BW puree tomato for 30 days; P4 was given MSG with a dose of 0.96 gr / 200gr BW for 15 days after it was given 2.24gr / 200 gr BW puree tomato for 30 days. The data obtained were tested with ANOVA followed by BNT test. The results show that the tomato puree significantly affects the weight of the testes and the number of Leydig cells. And no significant effect on testicular volume and diameter of seminiferous tubules.

Keywords: Tomato Puree, Monosodium Glutamate, Wistar Rats Tested

Pendahuluan

Gaya hidup masyarakat modern saat ini berdampak terhadap perubahan pola konsumsi makanan. Masyarakat lebih banyak mengkonsumsi jenis makanan cepat saji, makanan kaleng dan awetan yang belakangan ini semakin banyak dijual di pasar tradisional maupun swalayan. Penggunaan bahan tambahan makanan seperti senyawa L-asam

glutamat yang digunakan dalam bentuk garamnya yaitu Monosodium Glutamat (MSG) (Tranggono,1989) telah dikenal di masyarakat secara luas dengan berbagai merk dagang (Donatus, 1990). MSG telah dikonsumsi secara luas di seluruh dunia sebagai penambah rasa makanan dalam bentuk L-glutamic acid, karena penambahan MSG

akan membuat rasa makanan menjadi lebih lezat (Prawirohardjono, et al., 2000).

MSG dapat menyebabkan nekrosis pada neuron hipotalamus, nukleus arkuata hipotalamus, kemandulan pada jantan dan betina, berkurangnya berat hipofisis, anterior, adrenal, tiroid, uterus, ovarium, dan testis, dan kerusakan fungsi reproduksi (Wakidi, 2012). Nizamuddin (2000) menemukan bahwa pemberian MSG dapat mengganggu proses spermatogenesis. Sehingga berdampak terhadap penurunan berat testis (Megawati, 2008), volume testis dan mengecilkan diameter tubulus seminiferus Kalsum (2013). Pemberian MSG pada tikus jantan dewasa dapat menurunkan jumlah sel Leydig (Suryadi dkk, 2007). Dosis MSG yang berpengaruh terhadap testis tikus adalah 4800mg/kg BB (Edward, 2007).

Untuk memperbaiki efek negatif dari MSG dibutuhkan suatu senyawa yang mengandung antioksidan yang dapat memperbaiki struktur dan fungsi testis. Senyawa yang mengandung antioksidan terdapat pada berbagai jenis tanaman.

Ada beberapa spesies tanaman yang dapat memperbaiki struktur dan fungsi testis diantaranya adalah buah tomat. Tomat (*Solanum esculentum Mill*) adalah tumbuhan dari keluarga Solanaceae (Jones, 2008). Buah tomat yang berwarna merah mengandung banyak likopen, vitamin C, vitamin A, mineral, serat, senyawa-senyawa fenolik dan karotenoid (Soehardi, 2004).

Lycopene adalah suatu karotenoid pigmen merah terang yang banyak ditemukan dalam buah tomat dan juga terdapat di buah-buahan lain yang berwarna merah. Lycopene merupakan karotenoid yang sangat dibutuhkan oleh tubuh dan merupakan salah satu antioksidan yang sangat kuat (Armstrong dan Hearst, 1996). Likopen yang terkandung dalam tomat sebesar 9400µg/100g tomat (Widyaningsih, 2010).

Fitria (2011) mengatakan tomat mengandung likopen yang dapat meningkatkan berat testis secara berarti dan meningkatkan diameter tubulus seminiferus (Sugeng dkk, 2010). Tomat juga mengandung vitamin C yang dapat meningkatkan jumlah sel Leydig (Mishra and Acharya, 2004) dan dapat memulihkan penurunan volume testis yang telah dipajankan dengan MSG (Kalsum dkk, 2010). Dengan menurunnya volume testis juga akan mengurangi berat testis. Dosis puree tomat yang paling berpengaruh pada testis tikus adalah 3,71

dan 11,23g tomat/kg berat badan (Sulistiyowati, 2006).

Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan apakah pemberian puree tomat (*Solanum esculentum Mill*) yang mengandung banyak likopen dan vitamin C berpengaruh terhadap struktur dan fungsi testis tikus putih. Untuk melihat pengaruh puree tomat terhadap struktur dan fungsi testis perlu dilakukan pengamatan terhadap berat testis, volume testis, diameter tubulus seminiferus dan jumlah sel Leydig pada testis tikus yang telah diinduksi MSG.

Bahan dan Metode

Tempat Dan Waktu

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia dan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Medan. Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober sampai Desember 2017.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Bak plastik 28x24x10cm, Kawat kasa, Mangkuk, Lemari pendingin, Timbangan digital, Blender, Botol stok 1, Botol stok 2, Corong, Gunting bedah, Sonde Lambung, Botol minuman, Pinset, Mikroskop, Object glass, Cover glass, Beaker glass, Tissue, Bak parafin, Panci, Kotak segi empat, Mikrotom, Hotplate, Stoples, Kapas, dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah tikus, Tomat (*Solanum esculentum Mill*), Monosodium Glutamat, Air, Aquades, Serbuk kayu, Pelet 202 C, Alkohol, Eosin 0,2%, Hematoxilin, NaCl 0,9%, Parafin, Kloroform, Xylol dan Formalin 30%.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini termasuk jenis penelitian eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial. 25 ekor tikus putih jantan (*Rattus norvegicus*) umur 5 bulan dengan berat badan 301-375gr, dibagi menjadi 5 kelompok masing-masing 5 ekor. 5 ekor sebagai kontrol (tanpa perlakuan), 20 ekor tikus diberi MSG dengan dosis 0,96 gr/200gr BB.

Didapatkan standar deviasi untuk dosis puree tomat yang tertinggi adalah 2,24gr/200gr BB dan yang terendah adalah 0,74gr/200 gr BB maka dari itu untuk kelompok P2 diberikan dosis puree tomat 0,74gr/200 gr BB, untuk kelompok P3 yaitu dosis tertinggi puree tomat dijumlahkan dengan dosis terendah puree tomat kemudian dibagi dua didapatkan dosis 1,49gr/200 gr BB, untuk

kelompok P4 diberikan dosis puree tomat yang tertinggi yaitu 2,24gr/200 gr BB dan untuk P1 tidak diberikan perlakuan puree tomat hanya diberikan MSG.

Ulangan sebanyak 5 kali. Kelompok P0 sebagai kontrol tidak diberi perlakuan. Kelompok P1, P2, P3, P4 diberi MSG 0,96 gr/200gr BB per oral setiap hari hingga 15 hari. P1 tidak diberi puree tomat. P2 diberi puree tomat 0,74gr/200 gr BB selama 30 hari. P3 diberi puree tomat 1,49gr/200 gr BB selama 30 hari. P4 diberi puree tomat 2,24gr/200 gr BB selama 30 hari.

Analisis Data

Data yang diperoleh dari penelitian ditabulasikan kemudian dianalisis dengan analisis of varians (ANOVA) 1 arah.

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini mengamati pengaruh pemberian puree tomat (*Solanum esculentum Mill*) terhadap struktur dan fungsi testis tikus putih galur wistar (*Rattus norvegicus*) yang telah diinduksi MSG. Penelitian ini menggunakan tikus jantan dengan umur 5 bulan dengan berat badan 301-375gr. Tikus-tikus tersebut dibagi dalam 5 perlakuan, masing-masing kelompok terdiri dari 5 ekor tikus putih. Data yang diukur sebagai parameter dalam penelitian ini adalah berat testis, volume testis, diameter tubulus seminiferus dan jumlah sel Leydig.

Pengaruh Pemberian Puree Tomat (Solanum esculentum Mill) Terhadap Berat Testis Tikus Putih Galur Wistar yang Telah Diinduksi MSG

Pengukuran berat testis tikus putih dilakukan pada hari ke-46. Rata-rata berat testis tikus putih dapat dilihat pada Tabel 4.1. Berat testis diukur menggunakan neraca analitik. Testis yang paling berat terdapat pada kelompok P4, dan yang paling ringan terdapat pada kelompok P1 yang hanya diberikan MSG.

Tabel 1. Berat Testis Tikus Putih

No	Perlakuan	Rata-Rata Berat Testis (g) ± SD
1	P ₀	2,96 ± 0,11
2	P ₁	2,44 ± 0,11
3	P ₂	2,82 ± 0,21
4	P ₃	2,92 ± 0,13
5	P ₄	3 ± 0,32

Pengaruh Pemberian Puree Tomat (Solanum esculentum Mill) Terhadap Volume Testis Tikus Putih Galur Wistar yang Telah Diinduksi MSG

Pengukuran volume testis tikus putih dilakukan pada hari ke-46. Rata-rata volume testis tikus putih dapat dilihat pada Tabel 4.2. Volume

testis yang paling besar terdapat pada kelompok P4 dan volume testis yang paling kecil terdapat pada kelompok P1 yang hanya diberikan MSG.

Tabel 2. Volume Testis Tikus Putih

No	Perlakuan	Rata-Rata Volume Testis (mm ³) ± SD
1	P ₀	10,888 ± 0.522
2	P ₁	10,194 ± 1.313
3	P ₂	10,458 ± 1.419
4	P ₃	10,95 ± 0.942
5	P ₄	11,02 ± 1.226

Pengaruh Pemberian Puree Tomat (Solanum esculentum Mill) Terhadap Diameter Tubulus Seminiferus Tikus Putih Galur Wistar yang Telah Diinduksi MSG

Histologi testis diamati dibawah mikroskop kemudian dilakukan pengukuran terhadap diameter tubulus seminiferus di 5 lapang pandang dengan menggunakan aplikasi pada komputer dan kemudian dihitung rata-ratanya. Lihat Tabel 4.3.

Tabel 3. Diameter Tubulus Seminiferus Tikus Putih

No	Perlakuan	Rata-Rata Diameter Tubulus Seminiferus (µm) ± SD
1	P ₀	289 ± 5.223
2	P ₁	275,8 ± 2,854
3	P ₂	280,2 ± 4.473
4	P ₃	293,4 ± 2.360
5	P ₄	294,2 ± 1.639

Pengaruh Pemberian Puree Tomat (Solanum esculentum Mill) Terhadap Jumlah Sel Leydig Tikus Putih Galur Wistar yang Telah Diinduksi MSG

Histologi prepat testis diamati dengan mikroskop lalu dilakukan penghitungan terhadap jumlah sel Leydig tikus putih di 10 lapang pandang kemudian diambil rata-ratanya. Lihat Tabel 4.4.

Tabel 4. Jumlah Sel Leydig Tikus Putih

No	Perlakuan	Rata-Rata Jumlah Sel Leydig ± SD
1	P ₀	3,54 ± 0.736
2	P ₁	1,7 ± 0.254
3	P ₂	1,74 ± 0.444
4	P ₃	2,28 ± 0.649
5	P ₄	2,4 ± 1.113

Terjadi penurunan berat testis dari P0 ke P1, ini membuktikan berpengaruhnya MSG 0,96gr/200grBB terhadap berat testis dan ini sesuai dengan penelitian Nayantara dkk (2008) yang menyatakan paparan MSG selama 15 hari menyebabkan penurunan kadar asam askorbat

testis yang disebabkan oleh peningkatan produksi oksigen reaktif di testis yang kemudian menyebabkan kerusakan testis dan mengurangi berat testis. Menurut Hayati (1998) testis merupakan organ genital yang dapat memproduksi spermatozoa dan hormon seks. Di dalam testis terdapat tubulus seminiferus, jaringan ikat dan pembuluh darah. Tubulus seminiferus merupakan bagian penyusun testis yang terbesar. Keadaan ini yang menentukan berat testis, sehingga bila ada kerusakan atau atrofi pada sel-sel dalam tubulus seminiferus akan mempengaruhi berat testis nya. Pemberian perlakuan MSG merusak sel-sel dalam tubulus seminiferus sehingga menyebabkan berkurangnya berat testis.

Berat Testis meningkat setelah diberikan puree tomat (P2) ini sejalan dengan penelitian Fitriana (2017) yang mengatakan likopen dalam tomat dapat meningkatkan berat testis secara berarti. Tomat mengandung banyak likopen apalagi jika direbus akan meningkatkan jumlah likopen berkali-kali lipat (Widyaningsih dkk, 2010), sehingga akan berpengaruh terhadap berat testis. Pemberian puree tomat yang mengandung vitamin C, vitamin E, atau kombinasi vitamin C dan E dapat memulihkan berat testis pada mencit yang telah terpajan MSG (Kalsum, 2013). Jika dikonversikan ke tikus, itu terbukti ketika berat testis tikus turun setelah diberikan MSG (P1) kemudian naik kembali setelah diberikan puree tomat P2, P3 dan P4. Pemberian puree tomat yang mengandung vitamin C dan likopen sebagai antioksidan memperbaiki kembali sel-sel dalam tubulus seminiferus yang telah dirusak oleh MSG. Antioksidan dalam tomat mampu memperbaiki spermatogenesis sesuai dengan penelitian Anindita dan Sutyarso (2012) yang menyatakan bahwa peningkatan proses spermatogenesis dapat meningkatkan berat testis.

Volume testis menurun pada perlakuan P1 yang hanya diberikan MSG dibanding P0. Hal ini menunjukkan MSG 0,96gr/200grBB berpengaruh terhadap spermatogenesis sesuai dengan penelitian Sukmaningsih dan Ermayanti (2011) MSG menyebabkan gangguan spermatogenesis dengan terbentuknya radikal bebas dan stress oksidatif pada testis yang mengakibatkan kerusakan sel spermatogenik sehingga mengecilkan volume testis.

Jika proses spermatogenesis mengalami gangguan atau hambatan, maka jumlah sel spermatogenik akan berkurang, dengan berkurangnya jumlah lapisan sel spermatogenik maka ketebalan dinding tubuli seminiferi akan berkurang (menipis), sehingga diameter tubuli seminiferi juga akan menjadi lebih kecil. Jika diameter tubuli seminiferus menyusut, maka volume testis juga akan menyusut.

Volume testis meningkat pada perlakuan P2. Hal ini menunjukkan berpengaruhnya

perlakuan puree tomat terhadap volume testis. Diduga pemberian puree tomat dapat memperbaiki spermatogenesis sesuai Anindita dan Sutyarso (2012) yang menyatakan bahwa vitamin C yang terkandung dalam tomat sebagai antioksidan telah meningkatkan jumlah sel spermatogenik sehingga terjadi peningkatan ketebalan epitel tubulus seminiferus dan mempengaruhi volume testis.

Diameter paling rendah terdapat pada perlakuan P1 dibanding P0 hal ini membuktikan MSG berpengaruh terhadap diameter tubulus seminiferus. Sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya bahwa penurunan yang terjadi pada diameter tubulus seminiferus setelah pemberian MSG diduga dikarenakan terhambatnya sekresi LH di hipofisis anterior yang berfungsi untuk menstimulus pertumbuhan dan jumlah sel Leydig. Sehingga sekresi testosteron berkurang dan menghambat sel Leydig untuk memproduksi hormon testosteron, sehingga terjadi penurunan kadar hormon testosteron. Kurangnya kadar hormon testosteron dan FSH inilah yang diduga dapat menyebabkan atrofi-atrofi tubulus seminiferus (Yama, 2011) sehingga mengakibatkan mengecilnya diameter tubulus seminiferus.

Sukmaningsih dan Ermayanti (2011) mengatakan MSG menyebabkan gangguan spermatogenesis. Jika proses spermatogenesis terganggu maka akan mempengaruhi jumlah sel-sel germinal yang berada dalam testis yang selanjutnya menyebabkan penurunan diameter tubulus seminiferus (Ballester dkk, 2004).

Tikus yang diberi puree tomat P2 mengalami peningkatan ukuran diameter tubulus seminiferus dibanding dengan perlakuan P1. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian puree tomat berpengaruh terhadap spermatogenesis sehingga merubah ukuran diameter tubulus seminiferus. Sesuai dengan Sugeng (2010), likopen dalam tomat dapat meningkatkan diameter tubulus seminiferus. Begitu juga pada perlakuan P3 kemudian P4 meningkatkan diameter tubulus seminiferus semakin besar. Hal ini sesuai dengan penelitian Sugeng (2010) yang menyatakan semakin tinggi dosis tomat yang diberikan semakin tinggi pula efek yang diberikan terhadap diameter tubulus seminiferus. Tomat mengandung likopen yang dapat memperbaiki spermatogenesis pada tikus (Anas dan Asterina, 2011). Samo (2000) mengatakan bila oleh karena pemberian obat atau zat tertentu yang dapat mempengaruhi spermatogenesis maka akan terjadi perubahan pada saat pembelahan atau perkembangan dari sel epitel germinal sampai menjadi spermatozoa. Perubahan proses spermatogenesis secara mikroskopis atau secara histologi dapat dilihat dari ukuran dan jumlah sel-sel penyusun tubulus

seminiferus. Perubahan ini akan mempengaruhi diameter dan tebal epitel tubulus seminiferus.

Jumlah sel Leydig pada perlakuan P1 lebih rendah dibandingkan P0, hal ini jelas karena MSG yang diberikan berpengaruh terhadap jumlah sel Leydig, Sesuai dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Suryadi dkk (2007) bahwa pemberian MSG peroral pada tikus jantan dewasa dapat menurunkan jumlah sel Leydig. Penurunan jumlah sel Leydig ini mungkin disebabkan karena pengaruh dari menurunnya hormon-hormon gonadotropin yang diproduksi oleh hipofisis anterior terutama LH yang berfungsi sebagai pemelihara sel Leydig, baik dalam pertumbuhan maupun dalam fungsinya untuk mensekresi testosteron. Sel-sel Leydig sesungguhnya berkembang dari sel yang menyerupai fibroblast di jaringan interstisial dan dirangsang oleh LH. LH juga merangsang sintesis dan sekresi testosteron (Geneser, 1994). Peran LH terhadap sel Leydig dibuktikan dalam suatu penelitian dengan penyuntikan LH yang dimurnikan pada seorang anak laki-laki usia berapapun, akan menyebabkan sel-sel yang serupa fibroblast itu berevolusi menjadi sel-sel Leydig (Guyton dan Hall, 1997).

Sel Leydig mengalami kenaikan setelah diberikan puree tomat P2 karena tomat mengandung likopen dan vitamin C yang memberikan hasil yang baik dan mempengaruhi jumlah sel Leydig, yang bekerja sebagai antioksidan terhadap radikal bebas yang dihasilkan dari pemberian MSG. Sesuai dengan hasil penelitian terdahulu bahwa vitamin C yang terkandung di dalam tomat dapat meningkatkan jumlah sel Leydig (Mishra and Acharya, 2004).

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemberian puree tomat mampu meningkatkan berat testis tikus putih secara nyata setelah diinduksi MSG
2. Pemberian puree tomat meningkatkan volume testis tikus putih secara tidak nyata setelah diinduksi MSG
3. Pemberian puree tomat meningkatkan diameter tubulus seminiferus tikus putih secara tidak nyata setelah diinduksi MSG
4. Pemberian puree tomat mampu meningkatkan jumlah sel Leydig tikus putih secara nyata setelah diinduksi MSG

Daftar Pustaka

Agarwal, A., and Sekhon, L.H., (2010), The Role of Antioxidant Therapy in The Treatment of

Male Infertility, *The British Fertility Society* 13(4): 217-225.

Anas, E., dan Asterina, (2011), Efek Pemberian Jus Tomat Terhadap Spermatogenesis Pada Tikus Putih Jantan Dewasa Hypercholesterolemia, *Majalah Kedokteran Andalas* 1(35): 27-36.

Anindita, K., dan Sutyarso, (2012), Pengaruh Pemberian Vitamin C Terhadap Berat Testis, Jumlah Sel Leydig, dan Diameter Tubulus Seminiferus Mencit (*Mus musculus L*) Jantan Dewasa Yang Diinduksi Monosodium Glutamat, *Biomed* 1(1): 36-48.

Armstrong, G.A., and Hearst, J.E., (1996), Carotenoids 2, Genetics and Molecular Biology of Carotenoid Pigment Biosynthesis, *FASEB Journal* 10(2): 228-37.

Ault, A., (2004), The Monosodium Glutamate Story, The Commercial Production of MSG and Other Amino Acids, *Journal Chemistry Education* 81(3): 347-55.

Bevelander, G, and Ramaley, J.A., (1988), *Essentials of Histologi*, Erlangga, Jakarta.

Bloom, W. and Fawcett, D., (2002), *Buku Ajar Histologi*, Edisi 12, Terjemahan Jan Tambayong, EGC, Jakarta.

Dewantari, N.M., (2013), Peranan Gizi dalam Kesehatan Reproduksi, *Jurnal Skala Husada* 10 (2), 219 - 224.

Dillingham, B.L., and Rao, A.V., (2009), Biologically Active Lycopene in Human Health, *International Journal of Nutrition and Metabolism* 4(1): 23-27.

Donatus, I.A., (1990), *Toksikologi Pangan, Edisi I*, PAU Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Durairajanayagam, D., Argawal, A., Ong, C., and Prashast, P., (2014), Lycopene and Male Infertility, *Asian Journal Andrology* 16 (3): 420-425.

Edward, Z., (2010), Pengaruh Pemberian Monosodium Glutamat (MSG) pada Tikus Jantan (*Rattus norvegicus*) terhadap FSH dan LH, *Majalah Kedokteran Andalas* 34 (2): 160-166.

FDA, (2012), Questions and Answers on Monosodium Glutamate (MSG), <https://www.fda.gov/food/ingredientspackaginglabeling/foodadditivesingredients/ucm328728.htm> (Diakses pada 27 juli 2017)

Fitria, F.L., (2011), *Pengaruh Pemberian Sari Tomat (Lycopersicum esculentum Mill) Terhadap Struktur Testis Mencit (Mus musculus L.) Strain Balb C Setelah Paparan Methoxychlor*, Skripsi, Universitas Jember, Jember.

Fitria, T., (2017), *Pengaruh Pemberian Kombinasi Zink dan Tomat (Solanum lycopersium) Terhadap Jumlah dan Viabilitas Sperma Tikus*

- Putih (*Rattus norvegicus*) Galur Sprague Dawley yang Diinduksi Gelombang Elektromagnetik Ponsel, Skripsi, Universitas Lampung, Lampung.
- Federer, W.T., (1977), *Experimental Design Theory and Application, Third Edition*, Oxford and IBH Publishing Co, New Delhi.
- Franca, L.R., Suescun, M.O., Miranda, J.R., Giovambattista, A., Perello, M., Spinedi, E., and Calandra, R.S., (2006), Testis Structure and Function in a Nongenetic Hyperadipose Rat Model at Prepubertal and Adult Ages, *Endocrinology* 147(3): 1556-1663.
- Geneser, F., (1994), *Buku Teks Histologi*, Binarupa Aksara, Jakarta.
- Geha, R., Beiser, A., Ren, C., Patterson, R., Greenberger, P., Grammer, L., Ditto, A., Harris, K., Saughnessy, M., Yarnold, P., Corrent, J., and Saxon, A., (2000), Review of Alleged Reaction to Monosodium Glutamate and Outcome of a Multicenter Double-Blind Placebo-Controlled Study, *The Journal of Nutrition*, 130: 1058S-62S.
- Guyton, A.C., and Hall, J.E., (2005), *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran Edisi ke-11*, EGC, Jakarta.
- Halpern, B.P., (2002), What's in a Name? Are MSG and Umami The Same?, *Chemical Senses* 27: 845-846.
- Hayati, A., (1998), *Pengaruh Amfetamin terhadap spermatogenesis dan fertilitas tikus jantan (Rattus norvegicus L)*, Tesis, Program Pascasarjana Universitas Airlangga, Surabaya.
- Heffner, L.J., and Schust, D.J., (2005), *At a Glance Sistem Reproduksi Edisi 2*, Erlangga, Jakarta.
- Institute of Food Technologists, (1987), Monosodium Glutamate, *Food Technol*, 41(5):143-145.
- Jhon, G., (2015), Testicular Diagram, <http://357wall.ga/files/images/testicular-diagram.html> (diakses tanggal 1 April 2018)
- Jones B Jr, (2008), *Tomato Plant Culture, in the Field, Greenhouse and Home Garden*, CRC Press, New York.
- Kalsum, U., Ilyas, S., dan Hutahaeon, S., (2013), Pengaruh pemberian Vitamin C dan E terhadap Gambaran Histologi Testis Mencit (*Mus Musculus L*) yang Dipajankan MSG, *Saintia Biologi* 1(3): 7-12, dari <https://jurnal.usu.ac.id/sbiologi/article/view/1366> diakses 31-3-2018
- Krinke. G.J., (2000), *The Laboratory Rat*, Academic Press, San Diego.
- Lea, M.C., Becker-Silva, H., Chiarini-Garcia, and Franca, L.R., (2004), Sertoli cell efficiency and daily sperm production in goats (*Capra hircus*), *Animal Reproduction* 1(1): 122-128.
- Maulida D, dan Naufal Z, (2010), *Ekstraksi Antioksidan (Likopen) dari Buah Tomat dengan Menggunakan Solven Campuran, N - Heksana, Aseton, dan Etanol*, Skripsi, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Megawati, E.R., (2008), *Penurunan Jumlah Sperma Hewan Coba Akibat Paparan Monosodium Glutamate*, Tesis, Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Mishra, M., and Acharya, U.R., (2004), Protective action of vitamins on the spermatogenesis in lead-treated swiss mice, *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology* 18:173-8.
- Nayantara, A., Vinodini, N., Damodar, G., Ahamed, B., Ramaswamy, C., Shabarinath, and Bath, R., (2008), Role of Ascorbic Acid in Monosodium Glutamate Mediated Effect on Testicular Weight, Sperm Morphology and Sperm Count, in Rat Testis, *Journal of Chinese Clinical Medicine* 3(1): 1-5.
- Nizamuddin, (2000), Pengaruh Pemberian MSG Peroral terhadap Spermatogenesis dan Jumlah Anak Tikus Putih Jantan Dewasa, *Jurnal Kedokteran YARSI* 8(3), 93-113.
- Pasha, R.S.D.M., dan Wijayahadi, N., (2014), Pengaruh Pemberian Monosodium Glutamat Per Oral dalam Bumbu Masak terhadap Fungsi Memori Spasial Tikus, *Jurnal Media Medika Muda* 3(1): 1-21.
- Prawirohardjono, W., Dwiprahasto, I., Astuti, I., Hadiwandowo, S., Kristin, E., Muhammad, M., and Kelly, M., (2000), The Administration to Indonesians of Monosodium L-Glutamate in Indonesian Foods, An Assessment of Adverse Reactions in a Randomized Double-Blind, Crossover, Placebo-Controlled Study, *Journal of Nutrition* 130: 1074S-1076S.
- Rahmi, A., (2011), *Pengaruh Pemberian Ekstrak Minyak Jintan Hitam (Nigella sativa) terhadap Gambaran Histopatologi Organ Testis Mencit (Mus musculus)*, Skripsi, IPB, Bogor.
- Samo, R., (2000), *Peran Ekstrak Phyllanthus niruri L terhadap Proses Spermatogenesis Mencit (Mus musculus)*, Tesis, Program Pascasarjana Airlangga Surabaya.
- Sengupta, A., Ghosh, S., and Das, S., (2013), *Tomato and Garlic Can Modulate Azoxymethane, Induced Colon Carcinogenesis in Rats*, Blackwell Verlag GmbH, Tunisia.
- Sheti, S., and Chaturvedi, C.M., (2010), Temporal Phase relation of circadian neural oscillations as the basis of testicular maturation in mice: a test of a coincidence model, *Journal bioscience* 35(4): 3-8.
- Silitonga, P.M., (2011), *Statistik*, FMIPA Unimed, Medan.
- Siregar, J.H., (2009), *Pengaruh Pemberian Vitamin C Terhadap Jumlah Sel Leydig dan Jumlah*

- Sperma Mencit Jantan Dewasa (Mus Musculus L.) yang Dipapari Monosodium Glutamate (MSG)*, Tesis, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Smith, B., (2016), Zika virus destroys testicles in mice, <https://cosmosmagazine.com/biology/zika-virus-destroys-testicles-in-mice> (diakses pada 1 april 2018)
- Soehardi, S., (2004), *Memelihara Kesehatan Jasmani Melalui Makanan*, ITB, Bandung.
- Sugeng, S.U., Hartini, T., dan Vikie, N.A., (2010), Pengaruh Pasta Tomat (*Solanum lycopersicum*) terhadap Diameter Tubulus Seminiferus Mencit (*Mus musculus*) Galur DDY yang Terpajan Asap Rokok Berfilter, *Jurnal Kesehatan Masyarakat* 10(1): 47-54.
- Sukmaningsih, A.S., dan Ermayanti, G.A.M., (2011), Gangguan Spermatogenesis Setelah Pemberian Monosodium Glutamat Pada Mencit (*Mus musculus L.*), *Jurnal Biologi XV* (2): 49 – 52.
- Sulistyowati, Y., (2006), *Pengaruh Pemberian Likopen Terhadap Status Antioksidan (Vitamin C, Vitamin E dan Glutathion Peroksidase) Tikus (Rattus norvegicus Galur Sprague Dawley) Hiperkolestrolemik*, Tesis, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Suntoro, H., (1983), *Metode Pewarnaan*, Bhratara Karya Aksara, Jakarta.
- Suryadi, E., Detty, I., dan Sri, K.S., (2007), Perubahan sel-sel leydig tikus putih (*Rattus norvegicus*) jantan dewasa setelah pemberian monosodium glutamat peroral, *Jurnal Anatomi Indonesia* 1(03): 129-132.
- Tambunan, H.S., Muhartomo, H., dan Pudjonarko, D., (2013), Pengaruh Pemberian Monosodium Glutamat Peroral terhadap Degenerasi Neuron Piramidal Ca1 Hipokampus pada Tikus Wistar, *Medical Hospital* 1(3): 175-81.
- Tranggono, (1989), *Bahan Tambahan Pangan*, PAU Pangan Gizi UGM, Yogyakarta.
- Wakidi, R.F., (2012), *Efek Protektif Vitamin C dan E Terhadap Mutu Sperma Mencit Jantan Dewasa Yang Dipajan Dengan Monosodium Glutamat*, Tesis, Fakultas Farmasi Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Wallis, C.J., (1974), *Practical zoology: For advanced level and intermediate students*, Sixth Ed, Butterworth-Heinemann Pub, Oxford, p: 283.
- Widyaningsih, D.T., Rukmi, D.W., Nurcholis, M., dan Maligan, J.Y., (2010), *Aneka Produk Olahan Tomat dan Cabe*, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawajaya, Malang, *Pengabdian Masyarakat*, 1-44.
- Wijayanti, E., (2013), *Pertumbuhan dan Produksi Dua Varietas Tomat (Lycopersicon esculentum Mill.) secara Hidroponik dengan beberapa Komposisi Media Tanam*, *Departemen Agronomi dan Hortikultura* 1(1): 104-112.
- Yama, O.E. (2011), Sperm Qoutient in Sprague Dawley Rats Fed Graded Doses of Seed Extract of Momordica charantia, *Middle East Fertility Society Journal* 16: 154-158.