

PENGARUH EKSTRAK KULIT MANGGIS (*Garcinia mangostana L.*) TERHADAP TESTIS TIKUS PUTIH YANG DIBERI PAPARAN GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK *HANDPHONE*

Muhartono¹, Andrian Rivanda², Anggraeni Janar Wulan³, Susianti⁴

^{1,2}Bagian Patologi Anatomi, ³Bagian Anatomi, ⁴Bagian Histologi

Fakultas Kedokteran Universitas Lampung

Email: dmuhartono@yahoo.com, rivandaandrian@yahoo.com, ajwulan@gmail.com, susiantigl@yahoo.com

Abstract: Effect of Extract Mangosteen Peel (*Garcinia mangostana L.*) on White Rats Testicle Exposed by Handphone Electromagnetic Waves. Mobile phone electromagnetic waves will induce elevated reactive oxygen species (ROS) that may cause testicle histopathological changes. Resolving this condition, the antioxidants contained in mangosteen peel are needed. This study was to determine the effects of ethanol extract from mangosteen peel (*Garcinia mangostana L.*) in order to repair testicle histopathological changes, specifically spermatozoa and spermatogenic cells on Sprague dawley strain white male rats (*Rattus norvegicus*) that had been exposed by handphone electromagnetic waves. This study were used 25 Sprague dawley strain white male rats with 200-300 gram body weight, then the samples were divided into 5 groups which consist of Control Group 1 (K1) with no treatments were given in rats, Control 2 (K2) were given NaCl 0,9 % and mobile phone electromagnetic waves exposures. The Treatment group (P1), (P2), and (P3) were given ethanol extract from mangosteen peel with multilevel dosage of 50, 100, 200 mg / kgBW and exposure to mobile phone electromagnetic wave for 3 hours per day along for 28 days. The result of this study showed mean of sperm cells on K1=173.75±SD 16.978, K2=101.75±7.455 SD, P1=148.50±SD 10.149, 10.247 P2=162.50± SD, P3=180.75 7.365 ± SD and mean of spermatogenic cells on K1=306.75±SD 11.955, K2= 157.00±7.303 SD, P1=243.50±SD 21.672 10.340 P2=266.75±SD P3=294.75±13.150 SD. One Way Anova test ($p<0.005$), sperm cells and spermatogenic cells showed significant results with $p=0.000$. The conclusion is ethanol extract of mangosteen peel (*Garcinia mangostana L.*) can repair testicle histopathological changes by inducing total testicular sperm cells and spermatogenic cells of Sprague dawley strain white male rats (*Rattus norvegicus*) exposed by mobile phone electromagnetic waves.

Keywords: Antioxidants, Electromagnetic wave, Handphone, Mangosteen peel, Testicle

Abstrak: Pengaruh Ekstrak Kulit Manggis (*Garcinia mangostana L.*) terhadap Testis Tikus Putih yang Diberi Paparan Gelombang Elektromagnetik *Handphone*. Gelombang elektromagnetik *handphone* dapat menyebabkan peningkatan *reactive oxygen species* (ROS) sehingga merubah struktur histopatologi testis. Untuk mengatasinya dibutuhkan senyawa antioksidan yang terkandung dalam kulit manggis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ekstrak etanol kulit manggis (*Garcinia mangostana L.*) dalam memperbaiki gambaran histopatologi testis terhadap sel spermatozoa dan spermatogenik tikus putih (*Rattus norvegicus*) galur *Sprague dawley* yang diberi paparan gelombang elektromagnetik *handphone*. Penelitian ini menggunakan 25 ekor tikus putih galur *Sprague dawley* dengan berat badan 200-300 gram yang dibagi ke dalam 5 kelompok, yaitu kontrol 1 (K1) tikus yang tidak diberikan perlakuan, kontrol 2 (K2) diberikan NaCl 0,9% dan paparan gelombang elektromagnetik *handphone*, pada kelompok perlakuan (P1), (P2) dan (P3) diberikan ekstrak etanol kulit manggis dengan dosis bertingkat 50, 100, 200 mg/kgBB dan dilakukan paparan gelombang elektromagnetik *handphone* selama 3 jam/28 hari. Hasil penelitian ini didapatkan rerata jumlah sel spermatozoa pada K1=173,75±16,978 SD, K2=101,75±7,455 SD, P1=148,50±10,149 SD, P2=162,50±10,247 SD, P3=180,75±7,365 SD dan rerata jumlah sel spermatogenik pada K1=306,75±11,955 SD, K2=157,00±7,303 SD, P1=243,50±21,672 SD P2=266,75±10,340 SD P3=294,75±13,150 SD. Pada uji *One Way Anova* ($p<0,005$) didapatkan masing-masing sel spermatozoa dan sel spermatogenik menunjukkan hasil yang bermakna $p=0,000$. Ekstrak etanol kulit manggis (*Garcinia mangostana L.*) dapat memperbaiki gambaran histopatologi testis dengan meningkatkan jumlah sel spermatozoa dan sel spermatogenik tikus putih (*Rattus norvegicus*) galur *Sprague dawley* yang diberi paparan gelombang elektromagnetik *handphone*.

Kata kunci: Antioksidan, *Handphone*, Gelombang elektromagnetik, Testis, Kulit manggis

Teknologi pada saat ini terus mengalami peningkatan dan perkembangan dalam memenuhi kebutuhan masyarakat, salah satunya teknologi di bidang komunikasi yaitu telepon seluler atau yang kita kenal dengan sebutan “*handphone*” (Tarigan *et al.*, 2013). Berdasarkan data US Census Bureau pada tahun 2014 menjelaskan bahwa pengguna *handphone* di Indonesia telah melebihi dari 281 juta yang tersebar dari Sabang hingga Merauke, sedangkan jumlah penduduk Indonesia per awal tahun 2014 baru mencapai 251 juta jiwa. Fakta ini membuktikan bahwa jumlah pengguna *handphone* telah melebihi dari jumlah penduduk di Indonesia, yang berarti tiap individu dapat memiliki lebih dari satu *handphone* (BPS, 2014).

Peningkatan penggunaan *handphone* ini tidak selalu memberikan dampak yang positif tetapi juga dapat menimbulkan dampak yang negatif. Beberapa penelitian terdahulu telah membuktikan adanya gangguan pada sistem reproduksi, sistem kardiovaskuler, sistem saraf, sistem indera, sistem darah dan beberapa gangguan seperti sulit tidur, pusing, serta gangguan konsentrasi (Agarwal *et al.*, 2008; Mahardika, 2009; Makker *et al.*, 2009).

Para kaum pria umumnya mempunyai kebiasaan meletakkan *handphone* di kantong celana dalam kehidupan sehari-harinya. Kebiasaan ini malah akan berdampak negatif pada kesehatan sistem reproduksi salah satunya testis (Vignera *et al.*, 2012). Penelitian sebelumnya juga mengamati peran paparan gelombang elektromagnetik *handphone* dapat menyebabkan gangguan motilitas, morfologi, viabilitas sperma dan perubahan gambaran histologi testis (Agarwal *et al.*, 2008).

Percobaan yang dilakukan oleh Khayyat (2011) terhadap testis tikus jantan yang dipaparkan oleh gelombang elektromagnetik selama 12 hari menghasilkan gambaran berupa hipoplasia dari sel Leydig, jarak intertubular yang melebar, dan bentuk tubulus seminiferus yang menjadi ireguler dan mengalami atrofi. Penelitian ini juga sejalan dengan Almasiova *et al.* (2013), dengan memberikan paparan gelombang elektromagnetik dengan durasi tiga jam dalam waktu tiga minggu pada tikus putih dan menghasilkan gambaran degenerasi pada tubulus seminiferus dengan bentuk yang ireguler serta memiliki banyak ruang kosong akibat sel yang mengalami peluruhan.

Salah satu cara untuk mencegah dampak negatif dari stres oksidatif yang ditimbulkan oleh paparan gelombang elektromagnetik *handphone* adalah dengan senyawa antioksidan (Ganes, 2010). Beberapa senyawa antioksidan yang diproduksi oleh tubuh antara lain adalah golongan enzim yaitu *glutathione peroxidase* dan

superoxide dismutase, golongan protein yaitu ferritin dan ceruloplasmin, serta senyawa mikromolekul seperti glutathione, vitamin C dan vitamin E (Takashima *et al.*, 2012).

Senyawa antioksidan yang diproduksi tubuh ini belum cukup untuk menangkal radikal bebas yang ada. Untuk itu diperlukan sumber antioksidan dari luar, misalnya dari tanaman obat. Berbagai tanaman obat tradisional memiliki kandungan senyawa *xanthone* yang berperan sebagai antioksidan sehingga berkhasiat untuk pengobatan berbagai penyakit. Penggunaan tanaman obat tradisional saat ini semakin diminati oleh masyarakat karena dinilai lebih ekonomis, efektif, dan efek sampingnya sangat kecil. Salah satu tanaman obat tersebut adalah manggis (*Garcinia mangostana L.*) (Shibata *et al.*, 2011; Adewole *et al.*, 2009; Wicaksono *et al.*, 2009).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Chomnawang *et al.* (2007) ekstrak etanol kulit buah manggis mempunyai aktivitas antioksidan yang signifikan yang diukur dengan penghambatan pembentukan radikal bebas. Ekstrak etanol kulit manggis mampu menghambat 50% pembentukan radikal dan juga mereduksi produksi ROS dengan menghambat radikal superoxide (O₂⁻) dan dapat menangkap radikal hidroksil (OH⁻).

Menurut Permatasari *et al.* (2013), tikus jantan yang diinduksi asap rokok selama 30 hari bersamaan dengan pemberian ekstrak etanol kulit manggis selama 21 hari dapat menurunkan kadar *malondialdehyde* (MDA) pada organ testis dan peningkatan jumlah spermatozoa. Hayati *et al.* (2014) melakukan penelitian terhadap 24 mencit jantan yang diberi ekstrak etanol kulit manggis dengan dosis 25, 50 mg/kgBB yang diinduksi 2-methoxyethanol (2-ME) selama 35 hari didapatkan hasil bahwa terdapat peningkatan jumlah sel spermatogenik, peningkatan kualitas sperma yang dinilai dari motilitas, morfologi serta viabilitas dan juga dapat menghambat kerusakan tubulus seminiferus.

Kandungan antioksidan yang terdapat dalam ekstrak etanol kulit manggis tersebut di atas dapat menangkal radikal bebas dan menghambat kerusakan jaringan histologi testis akibat paparan gelombang elektromagnetik. Penelitian ini dilakukan dalam waktu tiga jam paparan gelombang elektromagnetik *handphone* yang dibarengi dengan pemberian ekstrak etanol kulit manggis (*Garcinia mangostana L.*) selama 28 hari pada hewan coba yaitu tikus putih (*Rattus norvegicus*) galur *Sprague dawley*. Tikus dianggap sebagai prototipe ideal untuk penelitian histopatologi karena struktur anatominya tidak jauh berbeda dengan manusia.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah eksperimental murni dengan desain penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan pendekatan *Post Test Only Control Group Design*. Perlakuan hewan coba dilakukan di *Animal House* Fakultas Kedokteran Universitas Lampung dan pembuatan preparat dilakukan di Laboratorium Patologi Anatomi Fakultas Kedokteran Universitas Lampung dari September–Oktober 2015.

Sampel penelitian adalah tikus putih jantan (*Rattus norvegicus*) galur *Sprague dawley* berumur 2-3 bulan atau 10-12 minggu dengan berat sekitar 200-300 gram yang diperoleh dari Palembang Tikus *Centre*. Dengan menggunakan rumus frederer didapatkan jumlah sampel setiap kelompok: 5 ekor per kelompok. Kelompok Kontrol 1 (K1) adalah kelompok tikus yang tidak diberi paparan gelombang elektromagnetik *handphone* dan tidak diberikan ekstrak kulit manggis. Kelompok Kontrol 2 (K2) diberi paparan gelombang elektromagnetik *handphone* selama tiga jam setiap harinya dan diberikan NaCl 0,9%. Kelompok perlakuan P1, P2 dan P3 diberi paparan gelombang elektromagnetik *handphone* dan diberikan ekstrak etanol kulit manggis dengan dosis berturut-turut 50, 100 dan 200 mg/KgBB dalam 28 hari.

Pembuatan ekstrak etanol kulit manggis dilaksanakan di Laboratorium Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Kebun Raya Bogor Jawa Barat. Pemberian ekstrak etanol kulit manggis dilakukan selama 28 hari dan 30 menit sebelum diberi paparan gelombang elektromagnetik *handphone*.

Pemaparan gelombang elektromagnetik *handphone* dilakukan dengan cara meletakkan *handphone* dalam keadaan menyala di tiap kandang tikus yang telah dimodifikasi khusus untuk paparan. Kandang modifikasi merupakan kandang yang digunakan selama paparan gelombang elektromagnetik *handphone* yang berbentuk tabung dengan tinggi 30 cm dan diameter 30 cm, dan pada bagian tengah kandang tersebut dibuat sebuah lubang untuk tempat meletakkan *handphone* yang digunakan sebagai sumber gelombang elektromagnetik.

Sebelum paparan, hewan coba dipindahkan dari kandang pemeliharaan ke kandang modifikasi sesuai dengan kelompoknya. *Handphone* tersebut lalu diaktifkan dan dibiarkan dalam keadaan *talk mode* selama tiga jam/hari pada kelompok K2, P1, P2, P3 (Almasiova *et al.* 2013). Paparan tersebut dilakukan setiap hari pada malam hari, 30 menit setelah hewan diberikan ekstrak kulit manggis. Pemaparan dilakukan

mulai dari pukul 18.00 WIB hingga pukul 21.00 WIB selama 28 hari. Pada kelompok K1 tidak diberi paparan gelombang elektromagnetik *handphone* maupun ekstrak kulit manggis.

Setelah 28 hari, sampel dilakukan euthanasia dengan menggunakan anestesi ketamin, setelah itu dilakukan pembedahan dan diambil organ testis kemudian disimpan di dalam tabung berisi formalin. Lalu dilakukan pembuatan preparat histopatologi menggunakan metode yang sudah ditetapkan Bagian Patologi Anatomi Laboratorium Patologi Anatomi Fakultas Kedokteran Universitas Lampung. Kemudian *Slide* diperiksa di bawah mikroskop cahaya dengan perbesaran 400x. Preparat histopatologi dikirim ke laboratorium Patologi Anatomi untuk dikonsultasikan dengan ahli Patologi Anatomi. Pengamatan mikroskopis dilakukan oleh pakar.

Hasil pengamatan dinilai berdasarkan perhitungan terhadap jumlah sel spermatozoa dan spermatogenik, kemudian dilakukan analisis menggunakan program analisis data. Untuk uji normalitas data dilakukan uji *Shapiro–Wilk* karena jumlah sampel <50 ($p>0,05$). Lalu dilakukan uji homogenitas dengan uji *Levene*. Didapatkan varian data berdistribusi normal dan homogen dilanjutkan dengan metode uji parametrik, yaitu uji *One Way Anova*. Hipotesis dianggap bermakna bila nilai $p<0,05$. Pada uji *One Way Anova* menghasilkan nilai $p<0,05$ maka dilanjutkan dengan melakukan analisis *Post Hoc LSD* untuk melihat perbedaan antar kelompok perlakuan (Dahlan, 2010).

HASIL

Pada penelitian ini dilakukan perhitungan terhadap jumlah sel spermatozoa dan spermatogenik, yang dinyatakan dalam rerata \pm SD dan dilakukan uji *One Way Anova*. Data disajikan dalam Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Rerata Jumlah dan Uji *One Way Anova* pada Sel Spermatozoa

Kelompok	Rerata Jumlah	<i>p</i> -value
	Sel Spermatozoa Tiap Kelompok (\pm SD)	
K1	173,75 \pm 16,978	0,0001
K2	101,75 \pm 7,455	
P1	148,50 \pm 10,149	
P2	162,50 \pm 10,247	
P3	180,75 \pm 7,365	

Tabel 2. Hasil Perhitungan Rerata Jumlah dan Uji One Way Anova pada Sel Spermatogenik

Kelompok	Rerata Jumlah Sel Spermatozoa Tiap Kelompok (\pm SD)	<i>p</i> -value
K1	306,75 \pm 11,955	0,0001
K2	157,00 \pm 7,303	
P1	243,50 \pm 21,672	
P2	266,75 \pm 10,340	
P3	294,75 \pm 13,150	

Pada tabel 1 didapatkan jumlah rerata sel spermatozoa paling rendah pada kelompok K2 dan tertinggi pada kelompok P3, sedangkan pada tabel 2 jumlah rerata sel spermatogenik paling rendah pada kelompok K2 dan tertinggi pada kelompok K1. Pada uji normalitas *Shapiro-Wilk* ($p > 0,05$) dari sel spermatozoa dan spermatogenik menunjukkan data terdistribusi normal karena $p > 0,05$.

Selanjutnya dilakukan uji Homogenitas *Levene* ($p > 0,05$) pada kedua sel tersebut menunjukkan hasil yang homogen karena $p > 0,05$. Setelah didapatkan bahwa kedua data dari sel spermatozoa dan spermatogenik tersebut berdistribusi normal dan homogen, maka dapat dilakukan uji *One Way Anova* ($p < 0,05$) yang disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2, kedua data tersebut menunjukkan nilai $p = 0,0001$ yang berarti terdapat pengaruh pemberian ekstrak kulit manggis terhadap testis tikus putih yang diberi paparan gelombang elektromagnetik *handphone*.

Selanjutnya dilakukan uji *Post Hoc LSD* ($p < 0,05$) untuk membandingkan perbedaan antara kelima kelompok.

Tabel 3. Hasil Uji Post Hoc LSD Data Jumlah Sel Spermatozoa

	K1	K2	P1	P2	P3
K1	–	0,000	0,005	0,169	0,383
K2	0,000	–	0,000	0,000	0,000
P1	0,005	0,000	–	0,092	0,001
P2	0,169	0,000	0,092	–	0,033
P3	0,383	0,000	0,001	0,033	–

Tabel 4. Hasil Uji Post Hoc LSD Data Jumlah Sel Spermatogenik

	K1	K2	P1	P2	P3
K1	–	0,000	0,000	0,001	0,236
K2	0,000	–	0,000	0,000	0,000
P1	0,000	0,000	–	0,030	0,000
P2	0,001	0,000	0,030	–	0,011
P3	0,236	0,000	0,000	0,011	–

Pada uji *Post Hoc LSD* ($p < 0,05$) diatas pada sel spermatozoa menunjukkan hasil yang bermakna antara masing-masing kelompok kecuali pada kelompok K1 dan P2; K1 dan P3; serta P1 dan P2. Sedangkan pada sel spermatogenik semuanya menunjukkan perbedaan yang bermakna antara semua kelompok kecuali pada K1 dan P3. Dibawah ini merupakan gambaran histopatologi tubulus seminiferus testis tikus putih tiap kelompok.



K1: Kelompok kontrol tanpa perlakuan

K2: Kelompok paparan gelombang elektromagnetik *handphone* selama 3 jam/hari selama 28 hari, tanpa pemberian ekstrak kulit manggis

P1: Kelompok paparan gelombang elektromagnetik *handphone* selama 3 jam / hari dan ekstrak kulit manggis dengan dosis 50 mg/kgbb/hari selama 28 hari

P2: Kelompok paparan gelombang elektromagnetik

***handphone* selama 3 jam / hari dan ekstrak kulit manggis dengan dosis 100 mg/kgbb/hari selama 28 hari**

P3: Kelompok paparan gelombang elektromagnetik *handphone* selama 3 jam / hari dan ekstrak kulit manggis dengan dosis 200 mg/kgbb/hari selama 28 hari

Gambar 1. Histopatologi Tubulus Seminiferus Testis Tiap Kelompok

PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian ekstrak kulit manggis mampu meredam dan memperbaiki kerusakan pada sel spermatozoa dan spermatogenik yang ditimbulkan akibat paparan gelombang elektromagnetik *handphone* selama 3 jam dalam 28 hari.

Setelah dilakukan uji statistik dengan uji *One Way Anova* ($p < 0,05$) pada sel spermatozoa dan spermatogenik didapatkan hasil $p = 0,000$ yang berarti hipotesis bermakna. Nilai ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh pemberian ekstrak kulit manggis terhadap gambaran histopatologi testis tikus putih yang diberi paparan gelombang elektromagnetik *handphone*.

Hasil uji *Post Hoc LSD* ($p < 0,05$) pada sel spermatozoa menunjukkan hasil yang bermakna antara masing-masing kelompok kecuali pada kelompok K1 dan P2; K1 dan P; serta P1 dan P2. Sedangkan pada sel spermatogenik semuanya menunjukkan perbedaan yang bermakna antara semua kelompok kecuali pada K1 dan P3. Hal ini mungkin karena rentang dosis yang tidak terlalu berbeda dan dapat juga karena pemberian ekstrak kulit manggis kurang lama sehingga pengaruh antar kelompok perlakuan belum dapat terlihat jelas.

Penelitian ini sejalan dengan yang dilakukan oleh Hayati *et al.* (2014) yang membuktikan bahwa ekstrak etanol kulit manggis dengan dosis rendah 50 mg/kgBB saja sudah dapat memberikan efek antioksidan dan juga baik terhadap testis karena dapat meningkatkan sel-sel spermatogenik dan sel-sel spermatozoa serta meningkatkan kualitas sperma yang dinilai dari motilitas, morfologi dan viabilitasnya.

Penelitian ini juga sesuai dengan yang dilakukan oleh Permatasari *et al.* (2013), bahwa pemberian ekstrak etanol kulit buah manggis (*Garcinia mangostana* L.) dengan dosis bertingkat yaitu 200 mg/kgBB, 400 mg/kgBB dan 600 mg/kgBB dalam waktu 30 hari pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) yang diinduksi dengan asap rokok. Pada dosis 200 mg/kgBB mampu meningkatkan rerata jumlah spermatozoa yang signifikan. Adapun penelitian lainnya membuktikan bahwa pemberian ekstrak etanol kulit manggis dengan dosis yang sama juga akan meningkatkan motilitas spermatozoa (Armidha *et al.*, 2013).

Penelitian ini juga didasarkan kepada Jujun *et al.* (2008) yang membuktikan bahwa pemberian ekstrak kulit manggis (*Garcinia mangostana* L.) dengan dosis 50, 500, dan 1000 mg/kgBB selama 28 hari pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) galur *Sprague dawley* tidak menimbulkan efek toksik yang meliputi pengamatan gejala efek toksik, perubahan pertumbuhan, bobot organ-organ vital,

analisa hematologi, kimia darah maupun gross histopatologinya sehingga aman untuk diberikan.

Pada penelitian ini kandungan antioksidan yang terdapat dalam ekstrak kulit buah manggis (*Garcinia mangostana* L.) mampu meredam radikal bebas pada testis. Antioksidan tersebut bekerja dengan cara mendonorkan satu elektronnya kepada senyawa yang bersifat oksidan sehingga aktivitasnya bisa dihambat (Zarena *et al.*, 2009). Antioksidan tersebut akan melengkapi kekurangan elektron yang dimiliki radikal bebas, selanjutnya mencegah terjadinya reaksi berantai dari pembentukan radikal bebas yang dapat menimbulkan terjadinya kerusakan sel (Permatasari *et al.*, 2013).

Antioksidan dalam kulit buah manggis yaitu *xanthone* yang mampu meningkatkan produksi testosteron, yang memiliki peranan dalam pembentukan dan pematangan spermatozoa di tubulus seminiferus dari testis. Dengan demikian kerusakan pada membran sel akibat radikal bebas dapat dihambat, sehingga ikatan antara hormon yang berperan dalam proses spermatogenesis dengan reseptor hormon tidak terganggu dan proses spermatogenesis lebih optimal sehingga terjadi peningkatan konsentrasi spermatozoa (Arsana *et al.*, 2013). Berdasarkan pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa ekstrak etanol kulit manggis (*Garcinia mangostana* L.) memiliki dampak positif terhadap sel spermatozoa dan sel spermatogenik.

SIMPULAN

Ekstrak etanol kulit manggis (*Garcinia mangostana* L.) dapat memperbaiki gambaran histopatologi testis dengan meningkatkan jumlah sel spermatozoa dan sel spermatogenik tikus putih (*Rattus norvegicus*) galur *Sprague dawley* yang diberi paparan gelombang elektromagnetik *handphone*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adewole SO, Ojewole JAO. 2009. Protective Effects of *Annona Muricata* Linn. (Annonaceae) Leaf Aqueous Extract on Serum Lipid Profiles and Oxidative Stress in Hepatocytes of Streptozotocin-Treated Diabetic Rats. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 6(1):30-41.
- Agarwal A, Deepinder F, Sharma RK, Ranga G, Jianbo L. 2008. Effect of Cell Phone Usage on Semen Analysis in Men Attending Infertility Clinic: An Observational Study. *Fertility and Sterility*, 89(1):124-128.
- Almasiova V, Holovska K, Cigankova V, Racekova E. 2013. Influence of Electromagnetic Radiation on Selected Organs in Rats. *RFFCH*. 9(3):1-6.
- Armidha RN, Aulanni'am, Wuragil DK. 2013. Potensi Ekstrak Etanol Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L.) terhadap

- Eksresi *Protamine* dan Motilitas Spermatozoa Tikus (*Rattus norvegicus*) yang Terpapar Asap Rokok. *Jurnal Medical Veteriner*, 4(3):1–10.
- Arsana IN, Adiputra N, Pangkahila J A, Putra MIB. 2013. *Garcinia mangostana L.* Rind Extract and Physical Training Reduce Oxidative Stress in Wistar Rats During Maximal Physical Activity. *Indonesian Journal of Biomedical Sciences*, 7(2):63–6.
- Badan Pusat Statistik. 2014. *Statistik Indonesia*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Chomnawang MT, Surassmo S, Nukoolkarn US, Gritsanapan W. 2007. Effect of *Garcinia mangostana* on Inflammation Caused by *Propionibacterium Acnes*. *Fitoterapia*, 78:401–408.
- Dahlan MS. 2010. *Besar Sampel dan Cara Pengambilan Sampel dalam Penelitian Kedokteran dan Kesehatan*. Jakarta: Salemba Medika.
- Ganes D. 2010. *Pengaruh Pemberian Ekstrak Kulit Buah Delima Merah (Punica granatum L.) terhadap Jumlah Sel Spermatid dan Diameter Tubulus Seminiferus Tikus Putih (Rattus norvegicus) yang Dipapar Gelombang Elektromagnetik Ponsel*. Skripsi. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Hayati A, Karolina NA, Subani ND, Yudiwati R. 2014. The Potential of *Garcinia mangostana* Pericarp Extract on Spermatogenesis and Sperm Quality of Mice (*Mus musculus*) after 2-Methoxyethanol Exposure. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*, 4(4):47–51.
- Jujun P, Pootakham K, Pongpaibul Y, Duangrat C, Tharavichitkul P. 2008. Acute and Repeated Dose 28-Day Oral Toxicity Study of *Garciniamangostana* Linn. Rind Extract. *CMU. J. Nat. Sci*, 7(2):199-208.
- Khayyat LI. The Histopathological Effects of An Electromagnetic Field on The Kidney and Testis of Mice. 2011. *Eurasian Journal of Biosciences*, 109(5):103–109.
- Mahardika IP. 2009. *Efek Radiasi Gelombang Elektromagnetik Ponsel terhadap Kesehatan Manusia*; <http://mahardikaholifiles.wordpress.com/2009/12/efek-radiasi-gelombang-elektromagnetik-pada-ponsel> (Diakses pada tanggal 25 Maret 2015).
- Makker K, Verghese A, Desai NR, Mouradi R, Agarwal A. 2009. Cell phones: modern man's nemesis. *Reproductive Biomedicine Online*, 18(1):148–157.
- Permatasari FR, Marhendra APW, Aulanni'am. 2013. Studi Terapi Ekstrak Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana L.*) terhadap Penurunan Kadar Malondialdehyde (MDA) pada Organ Testis dan Jumlah Spermatozoa Tikus (*Rattus norvegicus*) Hasil Induksi Paparan Asap Rokok. *Jurnal Medical Veteriner*, 3(4):1–10.
- Shibata MA, Linuma M, Morimoto J, Kurose H, Akamatsu K. *et al.* 2011. α -Mangostin Extracted from The Pericarp of The Mangosteen (*Garcinia mangostana* Linn) Reduces Tumor Growth and Lymph Node Metastasis in An Immunocompetent Xenograft Model of Metastatic Mammary Cancer Carrying a p53 Mutation. *BMC Medicine*, 9(1):69-86.
- Takashima M, Norie M, Shichiri M, Hagihara Y, Yoshida Y. *et al.* 2012. Assessment of Antioxidant Capacity for Scavenging Free Radicals in Vitro: A Rational Basis and Practical Application. *Free Radic Biol Med*, 52(7):1242-1252.
- Tarigan TRP, Gani UA, Rajagukguk M. 2013. Studi Tingkat Radiasi Medan Elektromagnetik yang Ditimbulkan oleh Telepon Seluler. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 1(1):1-8.
- Vignera SL, Condorelli RA, Vicari E, Dagata R, Calogero AE. 2012. Effects of The Exposure to Mobile Phones on Male Reproduction: A Review of The Literature. *Journal of Andrology*, 33(3):350-356.
- Wicaksono BD, Handoko YA, Arung ET, Kusuma IW, Yulia D. *et al.* 2009. Antiproliferative Effect of The Methanol Extract of Piper Crocatum Ruiz & Pav Leaves on Human Breast (T47D) Cells In-Vitro. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 8(4):345-352.
- Zarena AS, Sankar KU. A Study of Antioxidant Properties from *Garcinia mangostana L.* Pericarp Extract. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment*; 2009. 8(1):23–34.