

Pengaruh Paparan Gelombang Elektromagnetik *Handphone* terhadap Jumlah dan Motilitas Spermatozoa Tikus Putih Jantan (*Rattus norvegicus*) Galur *Sprague dawley*

Anggraeni Janar Wulan¹, Roseane Maria Victoria², Maya Gandha Ratna³

¹Bagian Anatomi, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

²Mahasiswa, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

³Bagian Farmakologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

Abstrak

Radiasi gelombang elektromagnetik *handphone* berpotensi menimbulkan gangguan pada berbagai organ tubuh. Salah satu sistem organ yang dapat terganggu adalah sistem reproduksi, terutama untuk pengguna *handphone* pria yang sering menyimpan *handphone* di dalam saku celana. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh paparan gelombang elektromagnetik *handphone* terhadap jumlah dan motilitas spermatozoa tikus putih jantan (*Rattus norvegicus*) galur *Sprague Dawley*. Penelitian ini menggunakan 18 ekor tikus putih jantan galur *Sprague Dawley* usia 4-6 bulan yang dibagi dalam 3 kelompok yaitu kelompok kontrol (K), kelompok perlakuan paparan 1 jam (P1), dan kelompok perlakuan paparan 3 jam (P2) selama 21 hari. Setelah itu tikus diterminasi kemudian dilakukan pembedahan untuk pengambilan sekret dari kauda epididimis. Hasil rerata jumlah spermatozoa (juta/ml) yang didapat pada K: 3,57; P1: 2,75; dan P2: 1,95. Hasil rerata motilitas spermatozoa yang didapat pada K: 32,67; P1: 24,33 dan P2: 16,83. Data yang diperoleh diuji dengan metode *One Way Anova* dan menunjukkan hasil tidak bermakna dengan nilai $p = 0,158$ ($p > 0,05$) untuk jumlah spermatozoa dan menunjukkan hasil yang bermakna dengan $p = 0,001$ ($p < 0,005$) untuk motilitas spermatozoa. Simpulan : gelombang elektromagnetik *handphone* tidak menurunkan rerata jumlah spermatozoa tikus putih jantan galur *Sprague Dawley* dan menurunkan motilitas spermatozoa tikus putih jantan galur *Sprague Dawley*.

Kata kunci: gelombang elektromagnetik, *handphone*, jumlah spermatozoa, motilitas spermatozoa

The Effect of Mobile Phone Electromagnetic Waves Exposure on Sperm Count and Motility of Albino Male Rats (*Rattus norvegicus*) *Sprague dawley* Strain

Abstract

The radiation of mobile phone electromagnetic waves potentially causes disorders at various organs in our body. One of them is the reproductive system, especially for the mobile phone users who often put their mobile phone in their trousers' pocket. The purpose of the study was to determine the effect of mobile phone electromagnetic waves exposure on sperm count and motility of albino male rats (*Rattus norvegicus*) *Sprague dawley* strain. This study was used 18 male rats *Sprague dawley* strain aged 4-6 month old which were divided into 3 groups: control group (C), 1 hour exposure group (P1) and 3 hour exposure group (P2) for 21 days. Then the rats were terminated and the secretion from the cauda epididymis was taken. The results for the sperm count (million/ml) average obtained at K : 3.57; P1: 2.75; and P2: 1.95. The results for the sperm motility (%) average obtained at K : 32.67; P1: 24.33; and P2: 16.83. The data which were processed by *One Way Anova* method showed no significant result with $p = 0,158$ ($p > 0,05$) for the sperm count and showed significant result with $p = 0,158$ ($p < 0,05$) for the sperm motility. The conclusion of this study are mobile phone electromagnetic waves doesn't decrease the sperm count and average of albino male rats *Sprague* showed significant result with $p = 0,158$ ($p < 0,05$) for the sperm motility.

Keywords: electromagnetic waves, mobile phones, working memory.

Korespondensi: dr Anggraeni Janar Wulan, M.Sc, alamat Fakultas Kedokteran Universitas Lampung, HP 08122517435, e-mail ajwulan@gmail.com

Pendahuluan

Infertilitas adalah keadaan yang ditandai dengan tidak terjadinya kehamilan pada pasangan individu yang secara aktif melakukan hubungan seksual secara teratur tanpa menggunakan pengaman selama satu tahun. Infertilitas dapat bersifat primer dan sekunder. Pada studi epidemiologi batasan infertilitas adalah dua tahun.¹ Penelitian Samal *et al*

(2012)² menunjukkan angka insidensi infertilitas primer di wilayah India pada 20 tahun terakhir mencapai 62% sedangkan infertilitas sekunder mencapai 38%.

Disebutkan bahwa pria berperan dalam terjadinya infertilitas pada 40 %–50 % kasus. Terdapat perbedaan angka prevalensi infertilitas pada berbagai negara. Prevalensi tertinggi berada di negara Perancis yaitu

mencapai 59 %, di Inggris dan India berkisar 26-32%, sedangkan di negara-negara berkembang seperti Afrika Selatan, Indonesia, dan Finlandia mencapai 36%.³

Tingkat fertilitas atau kesuburan dipengaruhi oleh kondisi atau kualitas sperma. Menurut Arsyad & Hayati dalam Ashafahani (2010)⁴, kualitas sperma meliputi beberapa aspek. Aspek tersebut dapat berupa jumlah sperma, motilitas atau daya gerak, morfologi, dan viabilitas atau daya tahan. Aspek yang lebih diutamakan untuk melihat kemampuan fertilitas pada pria adalah jumlah dan motilitas sperma.⁵

Sel sperma sebagai salah satu sel yang terlibat dalam proses fertilisasi memiliki aktifitas yang dapat dipengaruhi oleh gelombang elektromagnetik. Aktifitas yang dapat dipengaruhi meliputi motilitas, morfologi, dan jumlah. Oleh karena itu, adanya paparan gelombang elektromagnetik dapat menyebabkan gangguan pada sistem reproduksi. Pada praktek kehidupan sehari-hari, paparan gelombang elektromagnetik banyak berasal dari *handphone*.⁶

Erogul (2006)⁷ menyebutkan bahwa kualitas sperma dapat menurun akibat kebiasaan meletakkan *handphone* berdekatan dengan testis.

Radiasi gelombang elektromagnetik *handphone* dapat menyebabkan terjadinya peningkatan stres oksidatif. Adanya stres oksidatif akan mempengaruhi struktur membran plasma sel sperma, merusak struktur *Deoxyribonucleic Acid* (DNA), dan mempercepat proses apoptosis yang pada akhirnya dapat mengakibatkan penurunan kualitas sperma.^{8,9}

Almasiova (2013)¹⁰ membuktikan bahwa paparan gelombang elektromagnetik dengan durasi 3 jam dalam waktu 3 minggu pada tikus putih menyebabkan degenerasi tubulus seminiferus dengan bentuk yang ireguler serta memiliki banyak ruang kosong akibat sel yang mengalami peluruhan. Pengamatan Khayyat (2011)¹¹ terhadap testis tikus jantan yang dipaparkan dengan gelombang elektromagnetik selama 12 hari juga menghasilkan gambaran hiploplasia sel Leydig, jarak intertubular yang melebar, dan bentuk tubulus seminiferus yang menjadi ireguler dan mengalami atrofi.

Erogul (2006)⁷ menunjukkan bahwa paparan *handphone* 900 MHz terhadap spesimen semen pria secara akut dengan durasi 5 menit mampu menurunkan motilitas sperma dan meningkatkan jumlah sel sperma yang tidak motil. Soeng (2007)¹² membuktikan bahwa paparan gelombang elektromagnetik *handphone* selama 7 hari dengan paparan masing-masing sebanyak 20 kali per hari, 40 kali per hari, dan 80 kali per hari pada mencit akan menghasilkan penurunan jumlah spermatozoa yang signifikan dari tiap kelompok apabila dibandingkan dengan kelompok kontrol. Perlakuan ini dilakukan setiap hari selama 38 detik per panggilan dengan interval 38 detik sebelum dilakukan panggilan berikutnya. Serangkaian penelitian yang telah dilakukan menyimpulkan bahwa stres oksidatif menyebabkan penurunan diameter, tebal epitel tubulus seminiferus, jumlah sel spermatosit, dan jumlah sel spermatid tikus putih.¹³

Berdasarkan uraian di atas, maka peneliti tertarik untuk meneliti mengenai pengaruh paparan gelombang elektromagnetik *handphone* terhadap jumlah dan motilitas spermatozoa tikus putih jantan (*Rattus norvegicus*) galur *Sprague Dawley* dengan menggunakan durasi yang berbeda dan lama paparan secara kronik. Dikatakan kronik apabila paparan dilakukan lebih dari 14 hari.^{14,15}

Metode

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental murni dengan pendekatan *Post Test Only Control Group Design* dan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan hewan coba dilakukan di *animal house* Fakultas Kedokteran (FK) Universitas Lampung (Unila) pada bulan Oktober-November 2014. Pembuatan preparat dilakukan di Laboratorium Biomolekuler Universitas Lampung.

Sampel penelitian adalah tikus putih jantan (*Rattus norvegicus*) galur *Sprague Dawley*, umur 2-4 bulan, berat badan 200-300 gram berasal dari Institut Pertanian Bogor (IPB). Dengan menggunakan Rumus Frederer didapatkan jumlah sampel setiap kelompok : 6 ekor perkelompok. Kelompok 1 atau kontrol (K) adalah kelompok tikus yang tidak dipaparkan gelombang elektromagnetik *handphone*. Kelompok 2 (P1) dipaparkan dengan

gelombang elektromagnetik *handphone* (SAR 1,56 W/kg) dengan durasi 1 jam per hari selama 21 hari. Kelompok 3 (P2) adalah kelompok tikus yang dipaparkan dengan gelombang elektromagnetik *handphone* durasi 3 jam per hari selama 21 hari.

Paparan gelombang elektromagnetik dilakukan dengan cara meletakkan *handphone* dalam keadaan menyala di tiap kandang tikus yang telah dimodifikasi khusus untuk paparan. Kandang modifikasi berbentuk tabung dengan tinggi 30 cm dan diameter 30 cm, dan pada bagian tengah kandang dibuat sebuah lubang untuk tempat meletakkan *handphone* sebagai sumber gelombang elektromagnetik. *Handphone* kemudian dihubungkan menggunakan telepon lain. *Handphone* tersebut lalu diaktifkan dan dibiarkan dalam keadaan *talk mode* selama 1 jam/hari pada kelompok P1 dan 3 jam/hari pada P2. Perlakuan dimulai pukul 09.00 setiap hari dan dijalankan selama 21 hari.^{10,16}

Setelah 21 hari, sampel akan dianestesi dengan menggunakan *ketamine* dosis 75-100 mg/kgBB secara intraperitoneal dan ditunggu selama 10-30 menit. Dalam keadaan teranestesi dan belum mati dilakukan pembedahan dimulai dari bagian pelvis dan dilakukan pengambilan sperma dari kauda epididimis.

Suspensi spermatozoa yang telah diperoleh terlebih dahulu dihomogenkan dengan NaCl 0,9%, selanjutnya diambil sebanyak 10 µl sampel dan dimasukkan ke dalam kotak-kotak hemositometer *Improved Neubauer* dan ditutup dengan kaca penutup. Di bawah mikroskop cahaya dengan pembesaran 100 kali, hemositometer diletakkan dan dihitung jumlah spermatozoa pada kotak atau bidang A, B, C, atau D. Hasil perhitungan jumlah spermatozoa dimasukkan ke dalam rumus penentuan jumlah spermatozoa/ml suspensi sekresi kauda epididimis sebagai berikut:

$$\text{Jumlah spermatozoa} = (n/0,1) \times \text{pengenceran} \times 10^3 \text{ juta/ml,}$$

n = jumlah spermatozoa yang dihitung pada kotak A, B, C, atau D.¹⁷

Jumlah spermatozoa/ml adalah jumlah spermatozoa yang bergerak motil progresif maju ke depan dan disesuaikan dengan kriteria klasifikasi motilitas spermatozoa yang terdapat dalam lapang pandang yang diperiksa.^{17,18}

Persentase spermatozoa motil progresif dibandingkan seluruh yang diamati (bergerak atau tidak bergerak).

Perhitungan motilitas spermatozoa dilakukan dengan metode Partodihardjo.¹⁷ Untuk menentukan motilitas spermatozoa, diambil spermatozoa dari kauda epididimis sebanyak 10-15 µl ke atas gelas objek lalu ditutup dengan kaca penutup. Perhitungan motilitas spermatozoa dilakukan dengan menghitung persentase spermatozoa di bawah mikroskop cahaya dengan pembesaran 100 kali, dihitung yang pergerakannya progresif maju ke depan dibandingkan dengan seluruh teramati (bergerak dan tidak bergerak) kemudian dikali dengan 100%.

$$\% \text{ motilitas} = \frac{\text{jumlah spermatozoa progresif}}{\text{total spermatozoa yang diamati}} \times 100\%$$

Analisis data yang dilakukan meliputi uji normalitas data menggunakan uji *Shapiro-wilk*, uji kesamaan variansi data dengan uji *Levene* dan uji perbandingan rerata untuk 3 kelompok tidak berpasangan dengan *One Way ANOVA*. Uji statistik dilakukan pada derajat kepercayaan 95% dengan $\alpha=0,05$. Hasil uji bermakna apabila $p<0,05$.¹⁹

Hasil

Pada penelitian ini dilakukan penghitungan terhadap rerata jumlah dan motilitas spermatozoa.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Rerata Jumlah Spermatozoa (juta/ml) Tikus Putih Jantan

Kelompok	Rerata±SD
K	3,57 ± 1,96
P1	2,75 ± 1,01
P2	1,95 ± 0,86

Pada tabel 1 dapat dilihat terdapat penurunan rerata jumlah spermatozoa kelompok perlakuan (P1 dan P2) terhadap kontrol (K).

Hasil perhitungan jumlah spermatozoa pada kelompok K, P1, dan P2 diuji normalitas dengan *Shapiro-Wilk*. Hasil uji normalitas disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji normalitas data jumlah spermatozoa tikus putih jantan kelompok perlakuan

Kelompok	p-value
----------	---------

K	0,552*
P1	0,652*
P2	0,391*

Keterangan: *) $p > 0,05$ = distribusi data normal

Hasil pengukuran jumlah spermatozoa tikus putih jantan pada tabel 2 dilanjutkan dengan uji Homogenitas *Levene*. Hasil dari uji tersebut didapatkan bahwa data homogen dengan $p\text{-value} = 0,108$ ($p > 0,05$). Setelah didapatkan bahwa distribusi data normal dan homogen, maka untuk mengetahui perbedaan rerata jumlah spermatozoa dalam kelompok akibat paparan gelombang elektromagnetik *handphone* dilakukan uji *One Way Anova* ($p < 0,05$). Hasil yang didapatkan pada uji *One Way Anova* yaitu $p\text{-value} = 0,158$ ($p > 0,05$). Karena didapatkan $p > 0,05$ sehingga tidak dilanjutkan dengan uji *Post Hoc* LSD.

Hasil penghitungan motilitas spermatozoa disajikan dalam tabel 3.

Tabel 3. Hasil perhitungan motilitas spermatozoa (%) tikus putih jantan pada penelitian

Kelompok	Rerata \pm SD Motilitas (%)
K	32,67 \pm 5,45
P1	24,33 \pm 3,93
P2	16,83 \pm 5,45

Pada tabel 3 dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan jumlah spermatozoa yang motilitasnya normal pada setiap kelompok. Kelompok yang memiliki spermatozoa motil normal terbanyak adalah kelompok K dan yang paling sedikit adalah kelompok P2.

Hasil perhitungan rerata motilitas spermatozoa pada kelompok K, P1, dan P2 diuji normalitas dengan *Shapiro-Wilk* dan didapatkan hasil uji normalitas pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil uji normalitas data motilitas spermatozoa kelompok perlakuan

Kelompok	$p\text{-value}$
K	0,762*
P1	0,869*
P2	0,728*

Keterangan: *) $p > 0,05$ = distribusi data normal

Hasilnya menunjukkan bahwa data terdistribusi normal. Kemudian hasil pengukuran motilitas spermatozoa diuji Homogenitas dengan uji *Levene*. Hasil dari uji tersebut didapatkan bahwa data homogen dengan $p\text{-value} = 0,216$ ($p > 0,05$). Setelah didapatkan distribusi data normal dan

homogen, maka dilakukan uji *One Way Anova* ($p < 0,05$). Hasil yang didapatkan $p\text{-value} = 0,001$ ($p < 0,05$). Selanjutnya dilakukan uji *Post Hoc* LSD untuk membandingkan perbedaan antara 2 kelompok.

Tabel 5. Hasil uji *Post Hoc* LSD motilitas putih jantan

Kelompok	$p\text{-value}$
K dan P1	0,028*
K dan P2	0,000*
P1 dan P2	0,045*

Keterangan: *) $p < 0,05$ = terdapat perbedaan yang bermakna

Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa paparan gelombang elektromagnetik *handphone* selama 1 dan 3 jam mampu menurunkan motilitas spermatozoa secara bermakna namun tidak mampu menyebabkan penurunan jumlah spermatozoa secara bermakna.

Penelitian ini sejalan dengan Mailankot (2009)¹⁶ yang menunjukkan bahwa paparan gelombang elektromagnetik *handphone* dengan durasi 1 jam dalam waktu 28 hari hanya menyebabkan penurunan rerata jumlah spermatozoa yang tidak bermakna secara statistik. Hasil yang didapat peneliti tidak sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Kumar (2014)²⁰ pada tikus putih jantan galur Wistar yang dipaparkan dengan *handphone* dengan durasi 2 jam dalam jangka waktu 60 hari (6 hari dalam 1 minggu) yang menunjukkan hasil berupa penurunan jumlah spermatozoa yang signifikan. Hasil yang didapat juga bertentangan dengan penelitian Kesari (2010)²¹ pada tikus Wistar yang dipapar gelombang elektromagnetik *handphone* dengan durasi 2 jam dalam waktu 35 hari yang juga menghasilkan penurunan jumlah spermatozoa yang signifikan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh peneliti, didapatkan hasil berupa penurunan rerata jumlah spermatozoa yang tidak bermakna secara statistik. Hal ini diduga diakibatkan oleh durasi paparan yang kurang lama, yang dapat dilihat dari penelitian lain oleh Salama (2010)⁸ dalam pengamatannya terhadap sistem reproduksi kelinci jantan yang dipapar gelombang elektromagnetik dengan durasi 8 jam per hari selama 12 minggu, yang menunjukkan penurunan jumlah spermatozoa

yang bermakna dan signifikan pada minggu ke-8.

Durasi waktu penggunaan *handphone* terbukti memberikan efek negatif pada sistem reproduksi pria.²² Hal ini dapat terlihat dari penelitian Davoudi (2002)²³ yang menilai parameter sperma manusia yang menggunakan *handphone* dengan durasi 6 jam selama 5 hari yang menghasilkan penurunan kualitas pada sperma tersebut, terutama motilitas spermatozoa. Durasi paparan per hari terbukti memberikan efek negatif pada spermatozoa mulai dari motilitas, jumlah, viabilitas, dan morfologinya.²⁴ Sehingga diperkirakan apabila peneliti menggunakan durasi waktu paparan yang lebih lama, tidak hanya akan menghasilkan penurunan rerata jumlah spermatozoa, tetapi juga akan bermakna secara statistik.

Gelombang elektromagnetik *handphone* dapat menyebabkan gangguan fungsi pada sel Sertoli dan sel Leydig di dalam testis sehingga dapat mengganggu proses spermatogenesis.^{6,22} Akibat akhir yang akan dihasilkan adalah terjadinya penurunan jumlah spermatozoa dan bahkan kerusakan rantai DNA.²¹

Hasil pengamatan terhadap motilitas spermatozoa tikus putih jantan pada tabel 3 menunjukkan bahwa kelompok kontrol (K) memiliki spermatozoa dengan motilitas normal paling banyak (32,67%), disusul dengan kelompok perlakuan 1 jam (24,33%), dan yang paling sedikit adalah kelompok perlakuan 3 jam (16,83%). Secara statistik dengan menggunakan uji *Post Hoc* LSD menunjukkan bahwa kelompok K dan P1, K1 dan P2, P1 dan P2 memiliki perbedaan yang bermakna.

Hal ini sejalan dengan penelitian oleh Mailankot (2009)¹⁶ yang melakukan penelitian dengan memberikan paparan gelombang elektromagnetik *handphone* dengan durasi 1 jam dalam 28 hari yang menghasilkan penurunan motilitas spermatozoa yang bermakna apabila dibandingkan dengan kelompok kontrol.

Ghanbari (2013)²⁵ dalam penelitiannya pada 28 tikus putih jantan galur Wistar yang dipapar dengan gelombang elektromagnetik *handphone* simulasi dengan durasi 8 jam per hari dalam waktu 3 minggu, juga menghasilkan gambaran berupa penurunan motilitas yang bermakna apabila dibandingkan dengan kelompok kontrol yang tidak terpapar. Qin

(2014)²⁶ juga melakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh medan elektromagnetik dengan frekuensi 1800MHz terhadap efek sirkadian dari fungsi reproduksi. Tikus dipapar dengan durasi 2 jam setiap hari dalam waktu 32 hari dan didapatkan hasil berupa penurunan motilitas spermatozoa yang bermakna pada tikus putih jantan yang terpapar.

Gelombang elektromagnetik menghasilkan *Reactive Oksigens Spesies* (ROS) yang dapat menyebabkan stres oksidatif dan peroksidasi lipid pada membran sel sehingga permeabilitas membran sel meningkat. Permeabilitas membran yang meningkat mengakibatkan homeostasis Ca^{2+} sel terganggu, sehingga terjadi deplesi Ca^{2+} bersama dengan makromolekul lain seperti ATP dari dalam sel yang keduanya diperlukan untuk motilitas spermatozoa. Ion Ca^{2+} juga digunakan untuk mengaktivasi protein kinase C (PKC) yang terletak di flagelum sperma dan berfungsi untuk mengatur motilitas spermatozoa. Sehingga dengan homeostasis Ca^{2+} yang terganggu, PKC juga tidak dapat berfungsi secara optimal dan menghasilkan spermatozoa dengan motilitas yang tidak baik.⁶

Sutyarso (2010) dalam penelitian deskriptifnya menyatakan bahwa penggunaan *handphone* pria dalam jangka waktu yang lama memiliki korelasi yang kuat dengan penurunan motilitas spermatozoa dan mempunyai korelasi yang lemah dengan penurunan jumlah spermatozoa. Dikatakan juga bahwa radiasi gelombang elektromagnetik *handphone* dapat menurunkan jumlah dan kualitas spermatozoa pria fertil, tetapi tidak sampai menimbulkan infertilitas.²⁷

Simpulan

Paparan gelombang elektromagnetik *handphone* dengan lama paparan 21 hari tidak menurunkan rerata jumlah spermatozoa tikus putih jantan galur *Sprague Dawley* namun mampu menurunkan motilitas spermatozoa tikus putih jantan galur *Sprague Dawley*.

Daftar Pustaka

1. Roupia Z, Polikandrioti M, Sotiropoulou P, Faros E, Koulouri A, Wozniak G et al. Causes of infertility in women at reproductive age. 2009;3(2): 80-7.

2. Samal S, Dhadwe K, Gupta U, Gupta NK. Epidemiological Study of Male Infertility. *Indian Medical Gazette*. 2012: 174-80.
3. Mehta RH, Makwana S, Rangas GM, Srinivasana RJ, Virk SS. Prevalences of oligozoospermia and azoospermia in male partners of infertile couples from different parts of India. *Epidemiological Study of Male Infertility*. *Asian J Androl*. 2006; 8 (1): 89-93.
4. Ashafahani ED, Wiratmini NI dan Sukmaningsih AASA. Motilitas dan Viabilitas Spermatozoa Mencit (*Mus Musculus L.*) Setelah Pemberian Ekstrak Temu Putih (*Curnuma zedoaria* (Berg.) Roscoe. *Jurnal Biologi*. 2010; 14(1): 20-3.
5. Venkatesh S, Singh G, Gupta NP, Kumar R , Deecaraman M, Dada R. Correlation of Sperm Morphology and Oxidative Stress in Infertile Men. *Iranian Journal Reproductive Medicine*. 2009; 7(1): 29-34.
6. Hamada AJ, Singh A, Agarwal A. Cell Phones and their Impact on Male Fertility: Fact or Fiction. *The Open Reproductive Science Journal*. 2011; 5: 125-37.
7. Erogul O, Oztas E, Irkilata HC, Yildirim I. Effects of Electromagnetic Radiation from A Cellular Phone on Human Sperm Motility: An In Vitro Study. *Biomed and Clin Eng Cent Arch Med Res*. 2006; 37: 840-3.
8. Salama N, Kishimoto T, dan Kanayama HO. Effects of Exposure to a Mobile Phone on Testicular Function and Structure in Adult Rabbit. *Int J Androl* . 2010; 33(1): 88-94.
9. Jedrzejowska RW, Wolski JK, Hilczer JS. The Role of Oxidative Stress and Antioxidants in Male Fertility. *Central European Journal Urology*. 2012; 60-7.
10. Almasiova V, Holovska K, Cigankova C. Influence of Electromagnetic Radiation on Selected Organs in Rats. *RFFCH* 2013; 9(3): 401-6.
11. Khayyat LI. The Histopathological Effects of An Electromagnetic Field on The Kidney and Testis of Mice. *Eur Asian Journal Bio Sciences*. 2011; 5: 103-9.
12. Soeng S, Wargasetia TL, Steven A. Efek Gelombang Elektromagnetik Telepon Seluler terhadap Spermatozoa Mencit Galur BALB/C. *Jurnal Kedokteran Maranatha*. 2007; 7(1): 26-36.
13. Maslachah L, Sukmanadi M, Sugihartuti R. Pengaruh Pemberian Antisterilitas Alpha Tocopherol terhadap Spermatogenesis Tikus yang Menerima Stresor. *Jurnal Penelitian Medika Eksakta*. 2005; 5: 258-69.
14. Tishkina AO, Levshina IP, Lazareva NA, Passikova NV, Stepanichev MY, Ajrapetyanz MG, et al. Chronic Stress Induces Nonapoptotic Neuronal Death in the Rat Hippocampus. *Doklady Biological Sciences* .2009; 428: 403-6.
15. Uygur EE dan Arslan M. Effects of Chronic Stress on Cognitive Functions and Anxiety Related Behaviors in Rats. *Acta Physiologica Hungarica*. 2010. 97(3): 297-306.
16. Mailankot M, Kunnath AP, Koduru B, Valsalan R, Jayalekshmi H. Radio Frequency Electromagnetic Radiation (RF-EMR) from GSM (0.9/1.8 GHz) Mobile Phones Induces Oxidative Stress and Reduces Sperm Motility in Rats. *Clinics*. 2009. ; 64(6): 561-5.
17. Rahmanisa S, Maisuri RA. Pengaruh Pemberian Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale Roxb. var Rubrum*) dan Zinc (Zn) terhadap Jumlah, Motilitas dan Morfologi Spermatozoa pada Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) Jantan Dewasa strain Sprague Dawley. *JuKe Unila*. 2013; 3(2): 33-7.
18. Wasito B, Sarwanto. Spermogram Pria Infertil di Laboratorium Infertil-Andrologi Puslitbang Sistem dan Kebijakan Kesehatan Surabaya, Tahun 2002-2004. *Bul. Penel. Kesehatan*. 2002; 36(3): 106-14.
19. Dahlan MS. Statistik untuk Kedokteran dan Kesehatan: deskriptif, bivariat, dan multivariat, dilengkapi aplikasi dengan menggunakan SPSS. Jakarta: Salemba Medika; 2009.
20. Kumar S, Nirala JP, Behari J, Paulraj. Effect of Electromagnetic Irradiation Produced by 3G Mobile Phone on Male Rat Reproductive System in a Simulated Scenario. *Ind Jour Exp Bio*. 2014; 52: 890-7.
21. Kesari KK, Umar S, Behari J. Mobile Phone Usage and Male Infertility in Wistar Rats. *Ind Jour Exp Bio*. 2010; 47:987-92.
22. Wang SM, Wang DW, Peng RY, Gao YB, Yang Y, Hu WH et al. Effect of Electromagnetic Pulse Irradiation on

- Structure and Function of Leydig Cells in Mice. *Zhonghua Nan Ke Xue*.2003; 9(5): 327-30.
23. Davoudi M, Brossner C, Kuber W.. Influence of Electromagnetic Waves on Sperm Motility. *J Urol Urogynaekol*. 2002; 9(3): 18-22.
24. Agarwal A, Deepinder F, Sharma RK, Ranga G dan Li J. Effect of Cell Phone Usage on Semen Analysis in Men Attending Infertility Clinic: An Observasional Study. *American Soc for Repro Med*.2008; 89(1): 124-9.
25. Ghanbari M, Mortazavi SB, Khavanin A, Khazaei M. The effects of Cell Phone Waves (900 MHz-GSM Band) on Sperm Parameters and Total Antioxidants Capacity in Rats. *Int Jour Fert and Ste*. 2013; 7(1): 21-8.
26. Qin F, Zhang J, Cao H, Guo W, Chen L, Shen O et al. Circadian Alterations of Reproductive Functional Markers in Male Rats Ecposed to 1800 MHz Radiofrequency Field. *Chronobiol Int*. 2014.31(1): 123-33.