

Penelitian

Pemaparan Gelombang Elektromagnetik Telepon Genggam pada Mencit (*Mus musculus albinus*) Periode Awal Kebuntingan

(*Mobilephone Electromagnetic Wave Exposure into Mice (*Mus musculus albinus*) in Early Pregnancy Periode*)

Vincentia Maria, Kusdiantoro Mohamad, Arief Boediono*

Departemen Anatomi Fisiologi dan Farmakologi, Fakultas Kedokteran Hewan, Jalan Agatis
Institut Pertanian Bogor

*Penulis untuk korespondensi: aboedi@yahoo.com

Diterima 7 Agustus 2013, Disetujui 9 Oktober 2013

ABSTRAK

Peningkatan penggunaan telepon genggam diiringi dengan peningkatan kepedulian masyarakat terhadap bidang kesehatan dan keamanan terkait emisi gelombang elektromagnetik yang berasal dari telepon genggam. Penelitian ini bertujuan mengetahui tingkat keamanan paparan gelombang elektromagnetik telepon genggam melalui pengamatan terhadap jumlah implantasi dan anak lahir dengan menggunakan mencit sebagai hewan model. Dua puluh empat ekor mencit betina disinkronisasi dan dikawinkan dengan mencit jantan dengan perbandingan jantan dan betina 1:1 (*single mating*). Pemaparan dilakukan dengan gelombang berfrekuensi 900 MHz selama 7 hari pertama setelah mencit kawin. Mencit betina dibagi ke dalam empat kelompok berdasarkan lamanya waktu paparan. Waktu paparan adalah satu, dua, dan empat kali per hari dengan masing-masing lama paparan 15 menit untuk kelompok pertama, kedua, dan ketiga, sementara kelompok keempat sebagai kelompok kontrol tidak diberikan paparan. Hasil penelitian menunjukkan tidak adanya pengaruh nyata lama paparan gelombang elektromagnetik telepon genggam terhadap jumlah implantasi dan anak lahir dari induk yang terpapar ($P>0,05$). Untuk seluruh kelompok, jumlah implantasi berkisar antara 8,66 sampai dengan 10,00 dan jumlah anak lahir berkisar antara 10,00 sampai dengan 12,33; tidak berbeda nyata dengan nilai pada kelompok kontrol. Berdasarkan hasil penelitian, lama paparan gelombang elektromagnetik yang berasal dari telepon genggam dalam penelitian ini masih berada dalam tingkat aman untuk mencit bunting.

Kata kunci: gelombang elektromagnetik, telepon genggam, implantasi, mencit

ABSTRACT

The increasing of mobilephone usage is accompanied by increasing public awareness of occupational health and safety towards emission of electromagnetic wave from appliance. The purpose of this research was to determine the level of exposure safety through the observation of implantation and birth rates using mice as an animal model. Twenty four female mice were synchronized and then each female were mated with a stud male mice (*single mating*, ratio male and female 1:1). The exposure was given at 900 MHz during seven days after mating. Female mice were divided into four groups according to the type of handpone exposure, one, two, and four times a day (15 min each) for the first, the second, and the third group, respectively; and no exposure for the fourth group as a control. The result showed that the exposure time has no significant influence on implantation and live birth numbers. For all groups, the range value was from 8.66 to 10.00 for the implantation site and from 10.00 to 12.33 for the live birth numbers. Those values were not significantly different with the values in the control group ($P>0.05$). It can be concluded that the exposure time of electromagnetic wave from the handpone were still within safe level for the mice in the pregnancy periode.

Keywords: electromagnetic wave, mobilephone, implantation rate, mice

PENDAHULUAN

Telepon genggam telah menjadi bagian yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan sehari-hari. Lebih dari satu dekade ini penggunaan telepon genggam mengalami peningkatan yang nyata (Makker *et al.*, 2009). Salah satu produsen telepon genggam memperkirakan lebih dari dua milyar orang telah menjadi pelanggan produsen telepon genggam tersebut berdasarkan data tingkat pertumbuhan pada tahun 2004 (Yan *et al.*, 2007). Peningkatan penggunaan telepon genggam yang luar biasa ini diiringi dengan peningkatan kepedulian masyarakat terhadap bidang kesehatan dan keamanan terkait emisi gelombang elektromagnetik yang berasal dari telepon genggam.

Kemajuan suatu teknologi tidak selalu memberi dampak positif. Masyarakat juga perlu menyadari adanya dampak negatif dari setiap perkembangan teknologi, salah satunya telepon genggam. Beberapa penelitian telah membuktikan adanya efek negatif dari penggunaan telepon genggam terhadap kesehatan manusia. Penurunan kualitas sperma, ketidakstabilan kromosom, gangguan sistem kardiovaskuler, induksi tumor, gangguan pada neurohormonal, dan beberapa gangguan antara lain sulit tidur, pusing, serta gangguan konsentrasi merupakan sebagian dari efek negatif yang ditimbulkan dari penggunaan telepon genggam (Makker *et al.*, 2009; Agarwal *et al.*, 2008). Saat ini berbagai tipe dan teknologi telepon genggam yang sudah beredar sedang diteliti untuk meningkatkan pengetahuan mengenai dampak yang dihasilkan terhadap penggunaannya.

Salah satu organ yang bisa terpapar oleh telepon genggam adalah organ reproduksi. Pemilihan organ reproduksi sebagai objek penelitian didasarkan pada pengamatan terhadap kebiasaan masyarakat pengguna telepon genggam yang sering membawanya dalam saku celana. Organ reproduksi yang dituju pada penelitian ini adalah organ reproduksi wanita karena masih minimnya informasi efek penggunaan telepon genggam pada organ reproduksi wanita. Selain dapat mengetahui efek negatif yang mungkin ditimbulkan pada organ target, efek pada anak yang lahir jika induk terpapar pun dapat diamati. Penelitian ini menggunakan mencit sebagai hewan coba karena tipe plasenta (diskoidal) hewan tersebut mirip dengan tipe plasenta pada manusia.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui tingkat keamanan paparan gelombang elektromagnetik telepon genggam melalui pengamatan terhadap

jumlah implantasi dan jumlah anak mencit (*Mus musculus albinus*) jika induk diberi paparan dalam periode waktu tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keamanan paparan gelombang elektromagnetik telepon genggam melalui pengamatan terhadap jumlah implantasi dan anak lahir dengan menggunakan mencit sebagai hewan model.

BAHAN DAN METODE

Sinkronisasi Siklus Estrus

Sinkronisasi siklus estrus dilakukan secara alami dengan metode Efek Whitten. Mencit betina (galur DDY, umur 2-3 bulan) yang akan disinkronisasi ditempatkan dalam kandang bersekat untuk memisahkan mencit betina dari mencit jantan (galur DDY, umur 2-3 bulan). Jumlah mencit yang ditempatkan dalam masing-masing kandang adalah empat ekor betina dan satu ekor jantan. Sinkronisasi dengan menggunakan metode Efek Whitten dilakukan selama tiga hari. Pada hari keempat masing-masing mencit betina dipindahkan ke dalam kandang individu untuk dikawinkan dengan mencit jantan dengan perbandingan jantan dan betina 1:1 (*single mating*). Pemeriksaan sumbat vagina dilakukan pada pagi hari berikutnya untuk memastikan mencit tersebut telah kawin. Mencit betina dengan sumbat vagina positif dipisahkan dari mencit jantan dan ditempatkan dalam kandang individu. Hari terlihat adanya sumbat vagina ditandai sebagai hari kebuntingan pertama (H-0,5). Selanjutnya, sebanyak dua puluh empat ekor mencit betina dengan sumbat vagina positif dipilih untuk perlakuan pemaparan dengan gelombang elektromagnetik.

Pemaparan Gelombang Elektromagnetik Telepon Genggam

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL). Mencit betina yang berjumlah 24 ekor dibagi menjadi tiga kelompok perlakuan dan satu kelompok kontrol dengan enam ekor mencit untuk masing-masing kelompok. Paparan gelombang elektromagnetik dilakukan dengan menggunakan telepon genggam *Global System for Mobile Communications* (GSM) dengan frekuensi 900 MHz dan nilai *Specific Absorption Rate* (SAR) 1,48 W/kg pada jarak 10 cm dari objek penelitian.

Kelompok perlakuan dibedakan berdasarkan waktu paparan gelombang elektromagnetik. Kelompok pertama diberi paparan selama 15 menit

per hari pada pukul 12.00 WIB. Kelompok kedua diberi paparan selama 30 menit per hari yang dilakukan dua kali dalam sehari dengan lama paparan masing-masing 15 menit, yaitu pada pukul 09.00 WIB dan pukul 15.00 WIB. Kelompok ketiga diberi paparan selama 60 menit per hari yang dilakukan empat kali dalam sehari dengan lama paparan masing-masing 15 menit, yaitu pada pukul 09.00 WIB, pukul 12.00 WIB, pukul 15.00 WIB, dan pukul 18.00 WIB. Kelompok keempat yang digunakan sebagai kontrol tidak mendapatkan paparan gelombang elektromagnetik. Seluruh pemaparan dilakukan selama tujuh hari berturut-turut pascakawin (H-0,5 s/d H-6,5) dalam mode bicara.

Pengamatan dilakukan terhadap jumlah implantasi pada H-9,5; jumlah anak mencit pascalahir; dan bobot badan anak pada hari ke-7, 14, dan 21 pascalahir. Pengamatan jumlah implantasi dilakukan dengan metode pembedahan pada induk bunting dan dihitung titik implantasi yang terdapat pada uterusnya. Pengamatan jumlah anak mencit dilakukan dengan penghitungan manual, sementara bobot badan anak ditimbang dengan menggunakan timbangan digital. Data yang diperoleh selanjutnya diolah dengan uji sidik ragam (Anova) kemudian dilanjutkan dengan uji wilayah berganda Duncan untuk melihat ada tidaknya perbedaan secara nyata ($P < 0,5$).

Pengukuran Daya Pancar dan Gelombang Elektromagnetik Telepon Seluler

Pengukuran daya pancar telepon genggam dilakukan terhadap tiga jenis *provider* dalam mode panggilan dan mode bicara. Pengukuran daya pancar dilakukan di Laboratorium Jaringan Telekomunikasi Multimedia, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya dengan menggunakan alat *field strength* dan *spectrum analyzer*, sedangkan pengukuran besar gelombang elektromagnetik dilakukan langsung di kandang percobaan dengan menggunakan program *Electromagnetic Wave (EMW)* meter yang terdapat pada *iPhone*. Kedua

jenis pengukuran dilakukan pada beberapa titik dari sumber, yaitu 0 cm, 5 cm, 10 cm, 30 cm, dan 50 cm untuk mode panggilan. Sementara pengukuran untuk mode bicara dilakukan pada jarak 0 cm, 10 cm, dan 50 cm.

HASIL

Sinkronisasi Siklus Estrus

Pengamatan terhadap pengaruh Efek Whitten terhadap jumlah mencit yang melakukan perkawinan didapatkan tingkat keberhasilan metode tersebut berkisar antara 66,67% sampai dengan 100%, dengan rata-rata efektivitas mencapai 75%. Hasil sinkronisasi menggunakan Efek Whitten disajikan selengkapnya pada Tabel 1.

Paparan Gelombang Elektromagnetik Telepon Genggam

Paparan gelombang elektromagnetik telepon genggam yang diberikan pada mencit induk dengan frekuensi 900 MHz dengan lama paparan 15 menit, 30 menit, dan 60 menit tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah implantasi dan jumlah anak mencit (Tabel 2), serta bobot badan anak pascalahir (Tabel 3).

Daya Pancar dan Gelombang Elektromagnetik Telepon Genggam

Pengukuran daya pancar yang dilakukan terhadap tiga jenis *provider* menunjukkan bahwa nilai daya pancar *Provider B* pada jarak 10 cm dalam mode bicara merupakan yang tertinggi (-31 dBm) jika dibandingkan dengan kedua *provider* lainnya. Sementara pengukuran gelombang elektromagnetik menunjukkan bahwa nilai gelombang elektromagnetik *Provider B* pada jarak 10 cm dalam mode bicara merupakan yang terendah (23,1 μ T) jika dibandingkan dengan kedua *provider* lainnya. Hasil pengukuran daya pancar dan besar gelombang telepon genggam selengkapnya disajikan pada Tabel 4.

Tabel 1 Persentase jumlah mencit betina yang kawin setelah perlakuan “Efek Whitten”

| Kelompok Ulangan | Jumlah mencit betina (ekor) | Jumlah mencit betina yang kawin setelah perlakuan (%) |
|------------------|-----------------------------|---|
| 1 | 12 | 8 (66,67) |
| 2 | 8 | 6 (75,00) |
| 3 | 6 | 6 (100) |
| 4 | 6 | 4 (66,67) |
| Total | 32 | 24 (75,00) |

Tabel 2 Rataan jumlah implantasi dan anak mencit setelah perlakuan paparan gelombang elektromagnetik telepon genggam

| Kelompok Perlakuan | Jumlah Implantasi | Jumlah Anak Mencit |
|--------------------|-------------------|--------------------|
| Kontrol | 8,66 ± 1,52 | 10,00 ± 1,73 |
| 15 menit | 10,00 ± 1,00 | 10,33 ± 2,30 |
| 30 menit | 8,66 ± 3,78 | 10,00 ± 1,00 |
| 60 menit | 8,66 ± 0,57 | 12,33 ± 3,21 |

Keterangan: Uji statistika terhadap hasil di atas menunjukkan tidak berbeda nyata ($p > 0,05$)

Tabel 3 Rataan bobot badan anak mencit pra sapih setelah induk diberi paparan gelombang elektromagnetik telepon genggam

| Kelompok Perlakuan | Jumlah Induk Mencit | Rataan Bobot Badan Anak Mencit (gram) pada hari ke- | | |
|--------------------|---------------------|---|-------------|--------------|
| | | 7 | 14 | 21 |
| Kontrol | 3 | 2,98 ± 0,15 | 4,50 ± 0,19 | 8,32 ± 0,99 |
| 15 menit | 3 | 3,18 ± 0,19 | 4,16 ± 0,16 | 9,22 ± 0,14 |
| 30 menit | 3 | 2,93 ± 0,21 | 3,72 ± 0,10 | 10,01 ± 0,23 |
| 60 menit | 2* | 2,54 ± 0,08 | 5,75 ± 0,01 | 10,9 ± 0,82 |

Keterangan: *rataan bobot badan anak mencit pada kelompok 60 menit berasal dari 2 ekor induk karena seluruh anak mencit dari induk ketiga mati; uji statistika terhadap hasil di atas menunjukkan tidak berbeda nyata ($p > 0,05$)

Tabel 4 Daya pancar provider pesawat GSM (dBm) dan gelombang elektromagnetik (μ T)

| Mode | Provider | Jarak (cm) | | | | |
|-----------|----------|------------|------|-------|------|-------|
| | | 0 | 5 | 10 | 30 | 50 |
| Panggilan | A | -35 | -39 | -45 | -50 | -56 |
| | | 47,8 | 45,6 | 42,8 | 42,5 | 41,6 |
| | B | -32 | -37 | -41 | -50 | -55 |
| | | 32,8 | 29,2 | 30,8 | 30,5 | 29,8 |
| | C | -10 | -22 | -25 | -50 | -57 |
| | | 40,6 | 32,0 | 31,5 | 32,3 | 31,4 |
| Bicara | A | -35 | - | -45 | - | -61 |
| | | 119,5 | - | 102,6 | - | 102,5 |
| | B | -28 | - | -31* | - | -37 |
| | | 19 | - | 23,1* | - | 23 |
| | C | -17 | - | -35 | - | -43 |
| | | 40 | - | 31,7 | - | 31,5 |

*Besaran daya pancar gelombang elektromagnetik yang digunakan

PEMBAHASAN

Sinkronisasi mencit betina dengan metode Efek Whitten memiliki persentase perkawinan yang tinggi. Hal tersebut dibuktikan dengan tingginya nilai efektivitas dari penggunaan metode ini, yakni mencapai rata-rata 75%. Rangsangan yang diberikan

bersifat alami sehingga tidak memberikan pengaruh terhadap perlakuan dalam penelitian. Hal ini menjadikan metode Efek Whitten baik untuk digunakan sebagai metode sinkronisasi siklus estrus.

Paparan gelombang elektromagnetik dilakukan selama tujuh hari pertama kebuntingan yang merupakan tahap kritis perkembangan embrio pada

<http://www.journal.ipb.ac.id/indeks.php/actavetindones>

mencit. Meskipun pada tahap ini terjadi beberapa proses penting seperti pembelahan (*cleavage*), pembentukan blastosis (blastulasi), implantasi, serta proses gastrulasi (Hogan et al., 1994), paparan gelombang elektromagnetik yang telah diberikan pada induk selama tahap perkembangan ini tidak menunjukkan gangguan perkembangan embrio maupun cacat pada anak yang dihasilkan. Tidak adanya pengaruh nyata dari paparan gelombang elektromagnetik telepon genggam ini diduga karena paparan dilakukan secara tidak kontinu. Pemaparan yang tidak kontinu memungkinkan tubuh melakukan proses homeostasis. Radikal bebas atau *reactive oxygen species* (ROS) dapat terbentuk pada sel tubuh induk mencit yang diberi paparan gelombang elektromagnetik (Agarwal et al., 2009). Meski diduga ROS terbentuk akibat paparan gelombang elektromagnetik, namun waktu paparan secara tidak kontinu memungkinkan ROS yang terbentuk dapat dinetralkan oleh antioksidan yang dihasilkan mitokondria. Kerusakan pada sel atau terbentuknya berbagai jenis tumor hanya akan terjadi jika kecepatan produksi ROS dalam tubuh sudah tidak dapat diimbangi dengan kecepatan mitokondria untuk memproduksi antioksidan (Agarwal et al., 2009).

Paparan gelombang elektromagnetik dalam waktu lama (kronis) dapat menurunkan kerja dari katalase, superoksida dismutase (SOD), dan glutathion peroksidase. Penurunan kerja ketiga enzim ini berakibat pada penurunan produksi antioksidan tubuh (Agarwal et al., 2009). ROS yang tidak dapat dinetralkan tubuh akan menyebabkan tubuh mengalami stres oksidatif, yang kemudian memengaruhi kerja sistem tubuh. Namun, pada penelitian ini kemungkinan jumlah ROS yang terbentuk masih dapat dinetralkan oleh antioksidan yang dihasilkan oleh mitokondria sehingga efek negatif paparan gelombang elektromagnetik tidak terjadi. Tubuh induk mencit dapat menetralkan ROS yang terbentuk menyebabkan kerja sistem tubuh tidak terganggu sehingga perkembangan embrio juga tidak terganggu. Hal tersebut diikuti dengan tidak terganggunya perkembangan bobot badan anak mencit pascalahir.

Tinggi rendahnya frekuensi gelombang yang digunakan akan memengaruhi efek negatif dari pemaparan. Lee et al. (2005) dalam penelitiannya melaporkan bahwa paparan gelombang dengan frekuensi 2,45 GHz selama dua jam terhadap sel tubuh menyebabkan perubahan pada gen sel tersebut. Sementara Yan et al. (2007) dalam penelitiannya melaporkan terjadi penurunan parameter semen setelah sampel diberi paparan gelombang elektromagnetik dengan frekuensi 1,9 GHz. Diban-

dingkan dengan kedua penelitian tersebut, penelitian ini menggunakan frekuensi yang jauh lebih rendah (900 MHz) sehingga tidak ditemukan adanya efek negatif terhadap parameter yang diamati. Nilai frekuensi dikeluarkan oleh telepon genggam ini masih dalam batas aman berdasarkan ketentuan yang ditetapkan oleh *International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection* (ICNIRP) maksimal sebesar 300GHz (ICNIRP, 2009).

Selain frekuensi, besar gelombang yang diserap tubuh (*Specific Absorption Rate/SAR*) juga memengaruhi timbulnya efek negatif pada tubuh. Telepon genggam yang digunakan pada penelitian ini memiliki nilai SAR 1,48 W/kg. Nilai SAR yang dikeluarkan oleh telepon genggam ini masih dalam batas aman berdasarkan ketentuan yang ditetapkan oleh *Federal Communications Commission* (FCC) maksimal sebesar 1,6 W/kg (FCC, 2014). Besar nilai SAR yang masih berada dalam batas aman tersebut menyebabkan tubuh induk mencit mampu menetralkan perubahan kondisi akibat paparan sehingga efek negatif tidak timbul.

Besar daya pancar dan gelombang elektromagnetik yang dihasilkan dari telepon genggam juga turut memengaruhi timbulnya efek negatif penggunaan telepon genggam terhadap tubuh. Daya pancar dari *Provider B* yang digunakan dalam penelitian ini memiliki nilai yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan kedua *provider* lainnya. Sementara hasil pengukuran gelombang elektromagnetik menunjukkan gelombang yang digunakan dalam penelitian ini memiliki nilai yang lebih rendah jika dibandingkan dengan kedua *provider* lainnya. Namun, besar daya pancar dan gelombang elektromagnetik yang digunakan dalam penelitian ini tetap masih dalam batas aman dan tidak memengaruhi parameter-parameter yang diamati.

Sinkronisasi siklus estrus yang terjadi pada mencit betina yang diperlakukan dengan metode ini disebabkan adanya pengaruh dari feromon yang berasal dari mencit jantan. Feromon merupakan senyawa yang disekresikan oleh satu individu dan diterima oleh individu lain pada spesies yang sama, serta dapat menimbulkan reaksi spesifik, seperti misalnya perubahan perilaku atau proses perkembangan dan pertumbuhan (Kiyokawa et al., 2007). Gangrade & Dominic (1984) melaporkan bahwa feromon bersifat *volatile* dan *airborne*. Jemiolo et al. (1986) menyatakan bahwa feromon ini disekresikan dalam urin dan memberikan pengaruh terhadap sistem endokrin mencit betina. Zat tersebut berpengaruh terhadap pola sekresi hormon Luteinizing (LH), hormon prolaktin, dan hormon steroid.

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa paparan gelombang elektromagnetik sebesar 900MHz yang berasal dari telepon genggam yang dipaparkan pada mencit betina selama 7 hari pas-cakawin tidak berpengaruh terhadap jumlah im-plantasi, jumlah anak mencit, dan bobot badan anak mencit pascalahir, dan masih berada pada batas aman bagi induk dan anak yang dilahirkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Eko Setijadi, Ir. Dionisius Suryanto, M.Sc, dan Dr. Drh. Angela Mariana Lusiastuti, M.Si yang telah membantu melakukan pengukuran besar daya pan-car dan gelombang elektromagnetik, serta Dr. Drs Bambang Kiranadi, MSc, PhD, AIF yang telah mem-baca dan memberikan koreksian kritis dari tulisan ini.

“Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dengan pihak-pihak terkait dalam penelitian ini”

DAFTAR PUSTAKA

- Agarwal A, Deepinder F, Sharma RK, Ranga G, Li J. 2008. Effect of handphone usage on semen analysis in men attending infertility clinic: an observational study. *Fertility and Sterility* 89(1): 124-128.
- Agarwal A, Desai NR, Makker K, Varghese A, Mouradi R, Sabanegh E, Sharma R. 2009. Effect of radiofrequency electromagnetic waves (RF-EMW) from cellular phones on human ejaculated semen: an in vitro pilot study. *Fertility and Sterility* 92:1318-1325.
- [FCC] Federal Communication Commission. 2014. Specific Absorption Rate (SAR) for Cellular Telephones. <http://www.fcc.gov/encyclopedia/specific-absorption-rate-sar-cellular-telephones>. Download January 29, 2014.
- Gangrade BK, Dominic CJ. 1984. Studies of the male-originating pheromones involved in the Whitten effect and Bruce effect in mice. *Biology of Reproduction* 31: 89-96.
- Hogan B, Constantini F, Lacy E. 1994. *Manipulating the Mouse Embryo a Laboratory Manual*. Cold Spring Harbor Laboratory Press. USA.
- [ICNIRP] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. 2009. ICNIRP Statement on the “Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz)”. *Health Physics* 97(3): 257-259.
- Jemiolo B, Harvey S, Novotny M. 1986. Promotion of the Whitten effect in female mice by synthetic analogs of male urinary constituents. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America Physiol Sci.* 83: 4576-4579.
- Kiyokawa Y, Kikusui T, Takeuchi Y, Mori Y. 2007. Removal of the vomeronasal organ blocks the stress-induced hyperthermia response to alarm pheromone in male rats. *Chemical Senses* 32: 57-64.
- Lee S, Johnson D, Dunbar K, Dong H, Ge X, Kim YC, Wing C, Jayathilaka N, Emmanuel N, Zhou CQ, Gerbere HL, Tseng CC, Wang SM. 2005. 2.45 GHz radiofrequency fields alter gene expression in cultured human cells. *FEBS Letters* 579: 4829-4836.
- Makker K, Varghese A, Desai NR, Mouradi R, Agarwal A. 2009. Handphones: modern man’s nemesis? *Reproduction Biomedicine Online* 18(1): 148-157.
- Tirindelli R, Dibattista M, Pifferi S, Menini A. 2009. From pheromones to behavior. *Physiological Reviews* 89: 921-956.
- Yan JG, Agresti M, Bruce T, Yan YH, Granlund A, Matloub HS. 2007. Effects of cellular phone emissions on sperm motility in rats. *Fertility and Sterility* 88(4): 957-964.