

Perbedaan Kemampuan Memori Kerja pada Tikus Pasca Paparan Gelombang Elektromagnetik dari *Handphone* Selama 14 Hari

Anggraeni Janar Wulan¹, Rekha Nova Iyos¹, Muhammad Aditya²

¹Bagian Anatomi, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

²Bagian Epidemiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

Abstrak

Penggunaan *handphone* sudah menjadi bagian dari gaya hidup masyarakat. Hal ini merupakan sebuah ancaman serius untuk kesehatan manusia. Paparan gelombang Elektromagnetik (EM) dapat menyebabkan gangguan pada otak manusia baik pada struktur, fungsi maupun aspek biokimiawinya. Stres akibat paparan gelombang EM dapat mengganggu fungsi memori. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan nilai memori kerja pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) jantan galur *Sprague dawley*. Pada penelitian ini digunakan 18 ekor tikus putih (*Rattus norvegicus*) galur *Sprague dawley*, berusia 2-3 minggu dibagi ke dalam 3 kelompok, yaitu kelompok kontrol (K), kelompok perlakuan 1 (P1) dipaparkan dengan gelombang EM dari *handphone* 1 jam/hari (P1), dan P2 dipaparkan dengan durasi 3 jam/hari selama 14 hari. Pengujian memori kerja menggunakan *radial arm maze*. Hasil rerata memori kerja pada masing-masing kelompok adalah sebagai berikut K: 2%, P1: 1,33%, P2: 2,33%. Dari hasil analisa *One Way ANOVA* didapatkan nilai $p=0,55$ ($p>0,05$). Simpulan, paparan gelombang EM *handphone* selama 14 hari tidak mempengaruhi kemampuan memori kerja tikus putih (*Rattus norvegicus*) jantan galur *Sprague dawley*. [JuKe Unila 2015; 5(9):13-17]

Kata kunci: gelombang EM, *handphone*, memori kerja

The Differences of Working Memory on Mice After Exposed to Electromagnetic Wave from Handphone during 14 Days

Abstract

One of new culture in our society is using a mobile phone or called *handphone* in many kind of our activity. It is a very harmful for human being especially for their health. The high rate of mobile phone use in the community will increase the exposure to electromagnetic waves and can disturb the human brain in its structure, function, and biochemical aspect. The stress induction also affect on memory. The purpose of this study is to determine the effect of mobile phone electromagnetic exposure during 14 days to working memory. The sample of this research are 18 rats (*Rattus norvegicus*) 2-3 week-old *Sprague dawley* strain were divided into 3 different groups: control group (K), 1 hour exposure per day group (P1), and 3 hours exposure per day (P2) which exposed to mobile phone's electromagnetic waves for 14 days. Evaluating working memory are done with *radial arm maze*. The average values of working memory's K: 2%, P1: 1,33%, P2: 2,33%. In *One Way ANOVA* test, p value is 0,5 ($p>0,05$). Fourteen days exposure to mobile phone's electromagnetic waves not affected the working memory on mice (*Rattus Norvegicus*) *Sprague dawley*. [JuKe Unila 2015; 5(9):13-17]

Keywords: electromagnetic waves, mobile phones, working memory

Korespondensi: dr. Anggraeni Janar Wulan, M.Sc, alamat Jl. Soemantri Brodjonegoro No. 1, Hp 08122517435, email ajwulan@gmail.com

Pendahuluan

Perubahan komunikasi telah terjadi. Perubahan tersebut terjadi dari bentuk komunikasi langsung menjadi tidak langsung atau menggunakan alat bantu. Hal ini ditandai dengan meningkatnya penggunaan *handphone* atau biasa disebut hp.¹ Survey oleh Kementerian Komunikasi dan Informatika (Kemenkominfo) yang dituliskan dalam buku Indikator Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) Indonesia tahun 2011 menyebutkan bahwa hampir 88,8% responden mengaku terbiasa menggunakan hp sebagai alat komunikasi.²

Hasil survey nasional oleh Kemenkominfo menunjukkan adanya pola

peningkatan hp dalam rentang waktu 2006-2010. Tahun 2006, pengguna telepon bergerak seluler hanya mencapai 28,73. Pada tahun selanjutnya atau 2007 sudah meningkat menjadi 41,52 sedangkan pada akhir tahun 2010 jumlah ini telah mencapai 85,85.²

Penggunaan hp yang tinggi baik dari segi durasi perharinya maupun sudah berapa lamanya menggunakan hp merupakan sumber bahaya yang mengancam kesehatan. Bahaya yang ditimbulkan oleh penggunaan hp antara lain mengganggu fungsi kerja otak, sistem kardiovaskular, sistem endokrin, sistem reproduksi bahkan dapat mengakibatkan perubahan perilaku.^{1,3,4}

Beberapa penelitian sebelumnya telah membuktikan bahwa paparan gelombang EM yang bersumber dari hp mampu menyebabkan perubahan struktur, gangguan keseimbangan oksidan dan antioksidan pada otak serta gangguan fungsi otak.⁵⁻⁷

Perubahan struktur tersebut antara lain dapat ditandai dengan adanya penurunan jumlah sel granula pada girus dentatus hippocampus pasca paparan gelombang EM dengan durasi 60 menit setiap harinya. pada masa prenatal.⁵ Sedangkan perubahan keseimbangan oksidan-antioksidan ditandai dengan ditemukannya peningkatan *thiobarbituric acid-reactive substances* (TBARS) diseluruh bagian otak, penurunan *total antioxidants* (TA) di amygdala dan cerebellum serta penurunan *glutathione S-transferase* (GST) di hippocampus setelah penggunaan hp.⁶

Akibat adanya perubahan di atas khususnya pada hippocampus, maka akan mengganggu fungsi memori. Hal ini disebabkan karena hippocampus merupakan pusat utama pengaturan memori dan proses belajar pada manusia maupun hewan.⁸ Penelitian oleh Tavakoli *et al.* (2014)⁷, menunjukkan bahwa paparan gelombang EM dari hp selama 300 detik atau 5 menit pada tikus jantan mampu menurunkan kemampuan memori. Dengan lama paparan yang berbeda yaitu selama 4 minggu ditemukan juga penurunan memori kerja.⁶

Jenis generasi hp yang saat ini paling banyak digunakan adalah teknologi *Global System for Mobile Communications* (GSM) dan *Code Division Multiple Access* (CDMA). *Handphone* dengan teknologi GSM dilaporkan memiliki efek buruk yang lebih besar terhadap otak.⁹

Oleh karena itu sebagai studi awal perlu dilakukan penelitian baru mengenai pengaruh paparan gelombang EM terhadap memori kerja dengan hp berteknologi GSM dengan durasi paparan 1 dan 3 jam selama 14 hari.^{5,10}

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan kemampuan memori kerja pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) jantan galur *Sprague dawley* setelah dipaparkan dengan gelombang EM yang berasal dari Hp selama 14 hari.

Metode

Desain penelitian ini adalah penelitian eksperimental dengan metode Rancangan Acak

Lengkap (RAL) dengan pendekatan *Post Test Only Control Group Design*.¹¹ Penelitian dilakukan pada bulan Oktober-November 2014. Perlakuan dan pengujian nilai memori kerja pada hewan coba dilakukan di *Animal House*, Laboratorium Farmakologi Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.

Jumlah sampel ditentukan dengan menggunakan rumus Frederer, yakni $t(n-1) \geq 15$ dan didapatkan besar sampel per kelompok adalah 6 ekor, sehingga total sampel adalah 18 ekor tikus putih (*Rattus norvegicus*) galur *Sprague dawley* dengan umur berkisar antara 2-4 bulan.

Sampel yang memenuhi kriteria inklusi dipilih secara acak dan dibagi menjadi 3 kelompok yaitu kelompok kontrol, kelompok perlakuan P1, dan P2. Kelompok kontrol tidak dipaparkan dengan gelombang EM, P1 diberikan paparan gelombang EM hp selama 1 jam sedangkan P2 diberi paparan gelombang EM hp selama 3 jam.

Pemaparan gelombang EM bersumber dari *handphone* jenis GSM. *Handphone* yang digunakan memiliki nilai *Specific Absorption Rate* (SAR) 1,56 W/kg. *Handphone* diletakkan dalam posisi hidup ditengah-tengah kandang yang mempunyai tempat khusus *handphone*, lalu dilakukan panggilan telepon dengan menggunakan *handphone* lain. Selama pemaparan, tikus dimasukkan ke dalam kandang yang dilengkapi tempat khusus pemaparan, tanpa fiksasi gerakan dan diberikan paparan sesuai dengan kelompok perlakuan.

Memori kerja diukur pada hari ke-14 penelitian dengan menggunakan *radial arm maze*. Sebelum pengukuran, tikus diaklimatisasi dengan cara menempatkan hewan coba di tengah-tengah *maze* 8 lengan yang pada ujung lengan telah dilengkapi dengan pelet. Pintu tiap gerbang tertutup selama 30 detik agar tikus dapat beradaptasi terlebih dahulu. Setelah itu, pintu dibuka dan tikus dibiarkan bergerak bebas ke segala arah agar dapat memakan semua pelet atau mencapai waktu maksimal 10 menit.¹²

Penghitungan nilai memori kerja dilakukan dengan cara menilai presentase nilai keberhasilan tikus memasuki lengan yang mempunyai *bait* tanpa kembali ke lengan tersebut. Dikatakan salah apabila tikus memasuki lengan *maze* yang *bait* (pelet) nya sudah dimakan sebelumnya.

Analisis data yang dilakukan pada penelitian ini meliputi uji normalitas data menggunakan uji *Shapiro-wilk*, uji kesamaan variansi data, dan uji perbandingan rerata untuk 3 kelompok tidak berpasangan dengan metode *One Way ANOVA*. Uji statistik dilakukan pada derajat kepercayaan 95% dengan $\alpha=0,05$. Hasil uji dinyatakan bermakna apabila $p<0,05$.¹¹

Uji statistik kemudian dilanjutkan dengan uji *Post hoc LSD* untuk mengetahui perbedaan rerata antara 2 kelompok apabila dari uji *One Way ANOVA* didapatkan nilai $p<0,05$.

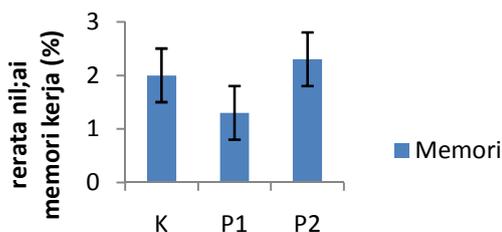
Hasil

Dari penelitian yang dilakukan terlihat bahwa paparan terhadap gelombang EM selama 14 hari pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) galur *Sprague dawley* menunjukkan adanya penurunan memori kerja yang diukur dengan metode pengukuran *radial arm maze* dan dinyatakan dalam satuan persentase (%). Hasil rerata nilai memori kerja dinyatakan dalam rerata \pm SD.

Tabel 1. Hasil Nilai Rerata Uji Memori Kerja

Kelompok	Nilai Memori Kerja (% \pm SD)
Kontrol	2.00 \pm 1,26
P1	1.33 \pm 1.51
P2	2.33 \pm 1.63

Dari tabel di atas didapatkan nilai rerata memori kerja pada kelompok kontrol (K) adalah 2,00 \pm 1,26, sedangkan rerata pada P1 adalah 1,33 \pm 1,51, dan pada P2 sebesar 2,33 \pm 1,63. Untuk melihat perbandingan rerata nilai memori kerja antara kontrol dan kelompok perlakuan maka data disajikan dengan menggunakan Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Rerata Nilai Memori Kerja

Dari data memori kerja yang ada kemudian dilakukan uji normalitas, kesamaan

variansi, dan perbandingan rerata dengan *One Way ANOVA*.

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas *Saphiro-Wilk*

Variabel	Kelompok	Nilai p
Memori Kerja	K	0,110*
	P1	0,212*
	P2	0,505*
One Way Anova	P=0,505	

* $p>0,05$: data terdistribusi normal

Dari tabel terlihat bahwa nilai p pada semua kelompok adalah $p>0,05$ yang menunjukkan bahwa data terdistribusi normal. Uji kesamaan variansi data menghasilkan nilai $p=0,744$ ($p>0,05$) yang menunjukkan bahwa variansi data adalah sama. Dengan terpenuhinya syarat agar dapat menggunakan data parametrik yaitu distribusi data normal dan variansi data sama, maka uji statistika dilanjutkan dengan uji perbedaan pada 3 kelompok dengan *One Way ANOVA* didapatkan nilai $p=0,505$ ($p>0,05$). Oleh karena hasil nilai $p>0,05$ maka tidak dilanjutkan dengan uji *Post Hoc LSD*.

Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat perubahan nilai memori kerja yang bervariasi pasca paparan terhadap gelombang EM dengan durasi 1 dan 3 jam selama 14 hari. Dikatakan bervariasi karena adanya peningkatan durasi paparan tidak selalu diikuti dengan penurunan nilai memori kerja. dengan durasi 1 dan 3 jam selama 14 hari.

Paparan terhadap gelombang EM dengan durasi selama 1 jam terlihat menurunkan nilai memori kerja secara tidak bermakna. Temuan ini sejalan dengan penelitian oleh Daniels *et al.* (2009)¹⁰, yang menunjukkan bahwa setelah paparan gelombang EM selama 14 hari dengan durasi 3 jam tidak menyebabkan penurunan kemampuan memori kerja yang bermakna.

Tidak adanya perbedaan bermakna pada nilai memori kerja pada kelompok yang dipaparkan dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti kurang lamanya periode dan durasi paparan. Hal ini diperkuat oleh penelitian Hao (2010)¹³, yang menyebutkan bahwa puncak penurunan kemampuan memori kerja baru akan terjadi pada minggu ke 4-5 sedangkan minggu 1-3 kemampuan memori masih relatif sama dengan sebelum

paparan. Sebab lain dapat berasal dari kurang sensitifnya metode *radial arm maze* untuk mendeteksi perubahan kemampuan belajar dan memori pada subyek.^{5,10}

Namun dengan tetap adanya data yang menunjukkan penurunan kemampuan memori kerja pada paparan ini dapat dimungkinkan oleh beberapa proses. Penurunan kemampuan kerja memori bersumber dari gangguan dari hippocampus sebagai pusat memori maupun area lain di otak maupun otak secara umum seperti di korteks serebri. Gangguan tersebut berupa adanya kematian sel melalui proses apoptosis, adanya penurunan kadar asam amino pada korteks serebral, penurunan *total antioxidant capacity* (TAC).¹⁴⁻¹⁶ Mekanisme lain yang dapat menyebabkan penurunan memori tersebut adalah kerusakan struktur khususnya di hippocampus khususnya area CA3 yang ditandai dengan kongesti, tanda perdarahan, dan perubahan struktur neuron dan nukleus.¹⁷

Sedangkan terjadinya peningkatan memori kerja pada kelompok dengan rentang waktu paparan yang lebih lama dapat disebabkan karena penggunaan teknologi maupun peralatan penelitian yang belum bisa mendistribusikan dosis paparan secara sama dan atau merata pada seluruh subjek penelitian, adanya radiasi yang tersebar keluar tempat pemaparan.¹⁰

Mekanisme lain yang menyebabkan peningkatan kemampuan memori pasca paparan dapat disebabkan karena adanya kemampuan sel untuk beradaptasi, khususnya apabila gelombang EM yang digunakan sebagai sumber paparannya berenergi rendah. Hal ini dikenal dengan keadaan respon adaptif. Dalam pembahasan oleh Gherardini *et al.* (2014)¹⁸, menyatakan bahwa mekanisme adaptif ini hanya didapatkan pada sel yang berada pada fase S atau fase sintesis pada saat paparan pertama dilakukan. Jadi dapat disimpulkan bahwa terdapat faktor perbedaan kerentanan individu secara genetik baik pada tingkatan sel terhadap stressor yang diberikan.¹³ Bahkan dikatakan bahwa paparan gelombang EM mampu memacu terjadinya fungsi perlindungan terhadap memori.¹⁹

Simpulan

Paparan gelombang EM *handphone* selama 14 hari tidak mempengaruhi kemampuan memori kerja tikus putih (*Rattus norvegicus*) jantan galur *Sprague dawley*.

Daftar Pustaka

1. World Health Organization. What effects do mobile phones have on people's health. Denmark: WHO; 2006.
2. Kementerian Komunikasi dan Informatika. Indikator teknologi informasi dan komunikasi. Jakarta: Kemenkominfo; 2011.
3. Kramarenko AV. Effects of high-frequency electromagnetic fields on human eeg: a brain mapping study. *Intern J Neuroscience*. 2003; 113:1007-19.
4. Erogul O, Oztas HC, Irkilata HC, Yildirim I, Kir T, Aydur E, Komesli G, et al. 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.
5. Odaci E, Bas O, Kaplan S. Effects of prenatal exposure to a 900 MHz electromagnetic field on the dentate gyrus of rats: a stereological and histopathological study. *Brain Res*. 2008; 1238:224-9.
6. Narayanan SN, Kumar RS, Potu BK, Nayak S, Bhat PG, Mailankot M. Effect of radio-frequency electromagnetic radiations (rf-emr) on passive avoidance behaviour and hippocampal morphology in Wistar rats. *Upsala J Med Sci*. 2010; 115(2):91-6.
7. Tavakoli O, Ahmadi R, Tavakoli P. The effects of mobile phone radiation on memory in male rats. *International Conference on Food, Biological, and Medical Sciences*; 2014 Januari 28-29; Thailand, Bangkok. Bangkok: FBMS; 2014.
8. Amaral D, Lavenex P. Hippocampal neuroanatomy. Dalam: Andersen P, Morris R. Bliss T, Okeefe J, Editor. *The hippocampus book*. New York: Oxford University Press; 2007.
9. Tyagi A, Duhan M, Bhatia D. Effect of mobile phone radiation on brain activity gsm vs cdma. *Int J Sci Tech Management*. 2011; 2(2):1-5.
10. Daniels WMU, Pitout IL, Afullo TJO, Mabandla MV. The effect of electromagnetic radiation in the mobile phone range on the behaviour of the rat. *Metab Brain Dis*. 2009; 24(4):629:41.
11. Dahlan MS. *Statistik untuk kedokteran dan kesehatan: deskriptif, bivariat, dan multivariat, dilengkapi aplikasi dengan menggunakan spps*. Jakarta: Salemba Medika; 2009.

12. Wiyono N, Aswin S, Harijadi. Hubungan antara tebal lamina pyramidalis CA1 hippocampus dengan memori kerja pada tikus (*Rattus norvegicus*) pascastres kronik. JAI. 2007; 1(1):104-11.
13. Hao D, Yang L, Chen S, Tong J, Tian Y, Su B *et al.* Effects of long-term electromagnetic field exposure on spatial learning and memory in rats. *Neurol Sci.* 2013; 34(2):157-64.
14. Teimouri F, Khaki AA, Roushangar L. Effect of electromagnetic fields (emf) on apoptotic cells in hippocampus mitochondria of rat by tunel method. *World Scie J.* 2013; 1(8):1-5.
15. Khadray YA, Ahmed NA, Ezz HSA, Radwan NM. Effect of electromagnetic radiation from mobile phone on the levels of cortical amino acid neurotransmitters in adult and young rats. *Romanian J Biophys.* 2009; 19(4):295-305.
16. Ragy MM. Effect of exposure and withdrawal of 900-MHz-electromagnetic waves on brain, kidney and liver oxidative stress and some biochemical parameters in male rats. *Electromagn Biol Med.* 2014; 1(1):1-6.
17. Faridi K, Khan AA. Effects of radiofrequency electromagnetic radiations (rf-emr) on sector CA3 of hippocampus in albino rats- a light and electron-microscopic study. *Current Neurobiology.* 2013; 4(1&2):13-8.
18. Gherardini L, Ciuti G, Tognarelli S, Cinti C. Searching for the perfect wave: the effect of radiofrequency electromagnetic fields on cells. *Int J Mol Sci.* 2014; 15:5366-87.
19. Arendash GW, Sanchez-Ramos J, More T, Mamcarz M, Lin X, Runfeldt M, et al. Cell phone exposure may protect against and reverse cognitive impairment in alzheimer's disease mice. *Journal of Alzheimer's Disease.* 2010; 19:191-210.