

Perbedaan Kemampuan Memori Kerja Paska Paparan Gelombang Elektromagnetik Akut dan Kronis pada Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) Galur Sprague dawley

Anggraeni Janar Wulan¹, Rekha Nova Iyos¹, Anisa Nuraisa Djausal², Prianggara Rostu Prayoga²

¹Bagian Anatomi, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung
²Mahasiswa Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

Abstrak

Stres adalah keadaan ketidakseimbangan yang akan mengganggu homeostasis. Stres akan memengaruhi sistem organ pada tubuh, salah satunya sistem saraf. Handphone merupakan salah satu pemicu timbulnya stres. Paparan gelombang elektromagnetik terbukti akan merusak hippocampus sebagai pusat memori. Lama paparan terhadap gelombang elektromagnetik berpengaruh terhadap kemampuan memori kerja. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan nilai memori kerja paska paparan gelombang elektromagnetik akut dan kronik pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) jantan galur *Sprague dawley*. Sampel yang digunakan adalah 18 ekor tikus putih (*Rattus norvegicus*) galur *Sprague dawley*, berusia 2-3 minggu. Sampel dibagi menjadi 3 kelompok, yaitu kelompok kontrol (K), kelompok perlakuan 1 (P1) dipaparkan dengan gelombang EM *handphone* selama 7 hari dan P2 dipaparkan selama 21 hari. Durasi pemaparan selama 3jam/hari. Memori kerja diukur dengan menggunakan *radial arm maze*. Hasil pengukuran rerata memori kerja adalah sebagai berikut K1: $1.83 \pm 0,7\%$, K2: P1: $1,33 \pm 1,0\%$, P2: $1.33 \pm 0,5\%$. Dari hasil analisa *Kruskal Wallis* didapatkan nilai $p=0,55$ ($p>0,05$). Simpulan, tidak terdapat perbedaan memori kerja paska paparan gelombang elektromagnetik pada tikus Putih (*Rattus Novegicus*) galur *Sprague dawley*. [JK Unila. 2016; 1(2):342-346]

Kata kunci: gelombang EM, memori kerja

The Differences of Working Memory After Acute and Cronic Electromagnetic Wave Exposure on Mice (*Rattus Norwegicus*) *Sprague dawley*

Abstract

Stress is a state of imbalance that would disturb homeostasis. Stress affects the body's organ systems, one of which is the nervous system. Mobile phone is one of the triggers of stress. Exposure to electromagnetic waves proved to be damaging the hippocampus as memory center. Prolonged exposure to electromagnetic waves affect the ability of working memory. This study aims to determine the difference of working memory after exposure to electromagnetic waves acute and chronic rat (*Rattus norvegicus*) male Sprague Dawley. The samples used were 18 rats (*Rattus norvegicus*) Sprague Dawley, aged 2-3 weeks. The samples were divided into 3 groups: control group (K), the treatment group 1 (P1) exposed to EM wave the phone for 7 days and P2 exposed for 21 days. The duration of exposure for 3 hours / day. Working memory was measured by using a radial arm maze. The results of measurements of the average working memory is as follows K1: $1.83 \pm 0.7\%$, K2: P1: $1.33 \pm 1.0\%$, Q2: $1:33 \pm 0.5\%$. From the analysis of *Kruskal Wallis* p value = 0.55 ($p>0.05$). In conclusion, there are no differences in working memory after exposure to electromagnetic waves at the White rats (*Rattus Novegicus*) Sprague Dawley. [JK Unila. 2016; 1(2):342-346]

Keywords: electromagnetic waves, mobile phones, working memory.

Korespondensi: dr Anggraeni Janar Wulan, M.Sc, Alamat Fakultas Kedokteran Universitas Lampung, hp 08122517435, email ajwulan@gmail.com

Pendahuluan

Stres adalah keadaan yang menunjukkan adanya ketidakseimbangan yang akan mengganggu homeostasis dalam tubuh. Stres ditandai dengan adanya perubahan biokimia, fisiologi, kognitif, dan perilaku. Faktor-faktor yang memacu terjadinya stres disebut stressor, baik stressor

yang berasal dari faktor intrinsik maupun ekstrinsik.¹⁻³

Stres akan memengaruhi hampir seluruh sistem organ dalam tubuh. Sistem organ yang terganggu tersebut antara lain sistem endokrin, sistem saraf, sistem kardiovaskular, respirasi, gastrointestinal, dan imunitas. Pasien dengan *post traumatic stress*

disorder telah dibuktikan mengalami perubahan struktur dan fungsi dari beberapa daerah di otak seperti lobus amygdala, cortex prefrontal bagian medial, dan juga hippocampus.⁴

Salah satu pemicu timbulnya stres yang mudah ditemukan saat ini adalah *handphone*. Sebuah data statistika menunjukkan bahwa pada tahun 2013, sekitar 68% dari penduduk Indonesia memiliki sebuah *handphone*, dan sekitar 23% menggunakan *smartphone*. Di Indonesia disebutkan bahwa masyarakat menggunakan ponsel pintar selama 189 menit per hari atau lebih dari 3 jam. Menurut sebuah survei lembaga Nielsen berjudul "*Nielsen on Device Meter*" pada akhir 2013, disebutkan bahwa selama 62 menit per hari penduduk Indonesia menggunakan ponselnya untuk berkomunikasi, seperti telepon, kirim pesan teks, dan *e-mail*. Diperkirakan pada tahun 2018 pengguna *smartphone* di Indonesia akan mencapai 100 juta orang atau menempati urutan ke-4 terbanyak di dunia setelah Cina, India, dan Amerika.^{5,6}

Paparan gelombang elektromagnetik terbukti akan merusak hippocampus sebagai pusat memori. Kerusakan pada hippocampus tersebut dapat berupa kerusakan struktur seperti atrofi sel piramidal pada daerah Cornu Ammonic (CA) 1 dan CA3 hippocampus serta kerusakan berupa stres oksidatif.⁷⁻⁹

Lama paparan terhadap gelombang elektromagnetik berpengaruh terhadap kemampuan memori kerja, memori spasial, bahkan perilaku. Paparan akut terhadap gelombang EM terhadap tikus selama 3 hari tidak mengakibatkan perubahan memori kerja sedangkan paparan kronik selama 17 hari mampu menurunkan kemampuan memori spasial.⁷

Paparan terhadap gelombang EM kronik yang lebih panjang durasinya yaitu selama 31 hari dengan durasi 90 menit perhari tidak menyebabkan penurunan memori kerja.⁷ Penelitian lain oleh Daniels *et al* (2009)¹⁰ menunjukkan bahwa paparan gelombang EM selama 40 hari pada tikus dengan usia 22 hari tidak menyebabkan penurunan kemampuan memori spasial kerja.^{7,10}

Oleh karena bervariasinya hasil penelitian mengenai pengaruh lamanya paparan gelombang EM terhadap memori, maka penulis melakukan penelitian dengan tujuan mengetahui perbedaan kemampuan memori kerja paska paparan gelombang EM akut (7 hari) dan kronik (21 hari) pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) jantan galur *Sprague dawley*.

Metode

Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian eksperimental. Metode yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan pendekatan *Post Test Only Control Group Design*.¹¹ Kegiatan penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober-November 2014. Perlakuan dan pengujian nilai memori kerja dilaksanakan di *Animal House* Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.

Sampel yang digunakan adalah tikus putih (*Rattus norvegicus*) galur *Sprague dawley* yang berumur antara 2-4 bulan. Besar sampel ditentukan dengan menggunakan rumus Frederer: $t(n-1) \geq 15$ dan didapatkan besar sampel perkelompok adalah 6 ekor. Total sampel berjumlah 18 ekor. Sampel yang telah memenuhi kriteria inklusi dibagi menjadi 3 kelompok dengan teknik *simple random sampling*. Sampel dikelompokkan menjadi kelompok kontrol, kelompok perlakuan P1 dan P2. Kelompok kontrol tidak dipaparkan dengan gelombang EM. Kelompok P1 diberikan paparan gelombang EM Hp selama 7 hari dan P2 diberikan paparan gelombang EM Hp selama 21 hari. Durasi pemaparan adalah 3 jam perhari.

Jenis *handphone* yang digunakan sebagai sumber gelombang EM adalah *handphone* berteknologi *Global System for Mobile Communication* (GSM). *Handphone* yang digunakan memiliki nilai *Specific Absorption Rate* (SAR) 1,56 W/kg. *Handphone* ditempatkan ditengah-tengah kandang yang telah didesain khusus dengan dilengkapi tempat menaruh *handphone*. *Handphone* diletakkan dalam posisi hidup. Kemudian dengan menggunakan *handphone* lain dilakukan panggilan telepon sehingga akan dihasilkan gelombang EM.

Selama pemaparan, tikus dimasukkan ke dalam kandang yang dilengkapi tempat khusus pemaparan, tanpa fiksasi gerakan dan diberikan paparan sesuai dengan kelompok perlakuan.

Pengukuran variabel memori kerja dilaksanakan pada hari ke-7 dan hari ke-21. Metode pengukuran memori kerja yang digunakan adalah dengan *radial arm maze*. Sebelum pengukuran, tikus diaklimatisasi dengan cara menempatkan hewan coba di tengah-tengah *maze* 8 lengan dimana 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

Hasil 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 (pellet)* 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 tidak dilanjutkan dengan uji *Post hoc LSD* karena didapatkan nilai $p>0,05$ pada uji *Kruskal Wallis*.

Hasil

Hasil pengukuran memori kerja dengan *radial arm maze* pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) galur *Sprague dawley* yang dipaparkan dengan gelombang EM akut dan kronik dinyatakan dalam satuan persentase(%) dan disajikan dalam bentuk rerata $\pm$ SD.

Hasil pengukuran memori kerja disajikan dalam tabel 1.

Tabel 1. Hasil Nilai Rerata Uji Memori Kerja Paska paparan terhadap gelombang EM pada periode akut dan kronik

Kelompok	Nilai memori kerja (% $\pm$ SD)
Kontrol H21	1.83 $\pm$ 0,7
P1	1.33 $\pm$ 1.0
P2	1.33 $\pm$ 0,5

Dari tabel 1 terlihat bahwa nilai rerata memori kerja pada kelompok perlakuan yang dipaparkan dengan gelombang EM baik P1 dan P2 lebih rendah dibandingkan kelompok kontrol (K). Nilai memori kerja pada kelompok P1 yang dipaparkan dengan gelombang EM secara akut relatif sama dibandingkan dengan kelompok paparan gelombang EM secara kronik.

Dari data memori kerja yang ada kemudian dilakukan uji normalitas, kesamaan variansi dan perbandingan rerata dengan *Kruskall Wallis* dan didapatkan hasil sebagai berikut

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas *Saphiro- Wilk*

Variabel	Kelompok	Nilai p
Memori Kerja	K	0,000
	P1	0,473*
	P2	0,001
<i>Kruskall Wallis</i>		P=0,477

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

Dari tabel 2 terlihat bahwa nilai p pada kelompok K dan P2 memiliki nilai $p<0,05$ sedangkan kelompok P1 memiliki nilai $p>0,05$. Oleh karena data tidak terdistribusi normal maka dilanjutkan dengan uji non parametrik *Kruskal- Wallis*. Oleh karena hasil nilai $p = 0,477$ ($p>0,05$) maka tidak dilanjutkan dengan uji *Post Hoc LSD*.

Pembahasan

Penelitian ini menunjukkan bahwa paparan gelombang EM akut selama 7 hari dan kronik selama 21 hari dengan durasi 3 jam pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) galur *Sprague dawley* tidak mengubah kemampuan

memori kerja. Dikatakan tidak berubah karena tidak terdapat perbedaan yang bermakna dalam kelompok.

Hal ini sesuai dengan beberapa penelitian sebelumnya yang membuktikan bahwa paparan gelombang EM periode akut dengan rentang 3 hingga 14 hari dengan durasi 90 menit, 1 jam, dan 3 jam tidak menyebabkan perubahan pada memori spasial maupun memori kerja baik berupa peningkatan maupun penurunan pada variabel tersebut.^{8,10,13}

Tidak terjadinya penurunan memori kerja pada paparan gelombang EM selama periode kronik 21 hari sejalan dengan penelitian Hao (2010)¹⁴ yang menunjukkan bahwa paparan gelombang EM pada minggu 1-3 belum menyebabkan perubahan.

Penelitian ini berbeda dengan Nzouni (2010)⁸ yang menunjukkan bahwa paparan gelombang EM pada hari ke-17 sudah memacu terjadi penurunan nilai memori. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat respon individu yang besar terhadap pajanan gelombang EM dan stres kronik memacu terjadinya proses adaptasi.

Beberapa mekanisme yang dimungkinkan menyebabkan tidak terjadinya perubahan memori kerja akibat paparan gelombang EM baik periode akut dan kronik pada penelitian ini antara lain periode paparan, kadar hormon kortisol, dan respon individual.¹³⁻¹⁵

Pada paparan stres akibat stres mekanik yang bersumber dari bunyi (*white noise stress* atau WNS) dengan intensitas 100 dB ditunjukkan bahwa pada hari ke-1 hingga hari ke-7 belum terjadi peningkatan hormon stres berupa kortisol. Hormon ini akan meningkat secara bermakna pada hari ke-14 dan kembali akan menurun pada hari ke-21.¹⁵

Jadi tidak adanya perubahan memori kerja pada penelitian ini dimungkinkan karena rendahnya kadar hormon stres pada hari ke-7 dan ke-21.

Walaupun demikian, dari hasil penelitian terlihat bahwa memori kerja relatif menurun pada kelompok perlakuan baik pada P1 dan P2. Penurunan kemampuan kerja memori dapat disebabkan oleh kerusakan struktural hippocampus sebagai pusat

memori. Kerusakan tersebut berupa atrofi sel dan nukleus pada sel piramidal, kematian sel atau apoptosis, kongesti sel, dan tanda perdarahan pada daerah CA1 dan CA3 hippocampus.^{7,8,16,17}

Simpulan

Tidak terdapat perbedaan nilai memori kerja paska paparan gelombang EM *handphone* akut dan kronik pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) jantan galur *Sprague dawley*.

Daftar Pustaka

1. Chrousos GP. Stress and disorders of the stress system. *Nature Reviews. Endocrinology*. 2009;5: 374-81.
2. Sadock BJ, Kaplan HI, dan Sadock VA. Psychological Factors Affecting Physical Conditions. *Kaplan & Sadock's synopsis of psychiatry: behavioral sciences/clinical psychiatry*. (10th ed., p. 814). Philadelphia: Wolter Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins. 2007
3. Taylor SE. Mechanisms linking early life stress to adult health outcomes. *PNAS*. 2010; 107(19): 8507-12.
4. Shin LM, Rauch SL, Pitman RK. Amygdala, Medial prefrontal cortex, and hippocampal function in PTSD. *Ann.N.Y.Acad.Sci*. 1999; 1071:67-79.
5. Kompas. Orang Indonesia Pakai Smartphone 3 Jam Per Hari. Kompas [diakses pada tanggal 28 April 2015]. Tersedia dari: <http://tekno.kompas.com> (Kompas, 2014:)
6. Kominfo. Indonesia Raksasa Teknologi Digital Asia [internet]. Diakses pada tanggal 4 Oktober 2016]. Tersedia dari https://www.kominfo.go.id/content/detail/6095/indonesia-raksasa-teknologi-digital-asia/0/sorotan_media.
7. 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.
8. Ntzouni, M.P., A. Stamatakis, F. Stylianopoulou, dan L.H. Margaritis. 2011. Short-term memory in mice is affected by

- mobile phone radiation. *Pathophysiology* 18: 193–9.
9. Kerman M & Senol N. Oxidative stress in hippocampus induced by 900 MHz electromagnetic field emitting mobile phone: Protection by melatonin. *JBR*. 2012; 23(1), 147-51.
 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; 10.1007/s11011-009-916.
 11. Dahlan MS. Statistik untuk Kedokteran dan Kesehatan: deskriptif, bivariat, dan multivariat, dilengkapi aplikasi dengan menggunakan SPSS. 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; 01: 104 - 11.
 13. Wulan AJ, Iyos RN, Aditya M. Perbedaan Nilai Memori Kerja pada Tikus Putih (*Rattus Norvegicus*) Galur *Sprague dawley* Pasca Paparan Gelombang Elektromagnetik dari Handphone Selama 14 Hari. *Juke Unila*. 2015; 5(9):13-7.
 14. 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.
 15. Uygur EE, Arslan M. Effects of chronic stress on cognitive functions and anxiety related behaviors in rats. *Acta Physiologica Hungarica*. 2010; 97 (3): 297–306.
 16. 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.
 17. 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.