



Pengaruh Paparan Gelombang Telepon Seluler Terhadap Struktur Histologi Limpa pada Mencit (*Mus musculus*)

*The Influence of Cellular Telephone Electromagnetic Wave Exposure on Spleen Histology of Mice (*Mus musculus*)*

Mayfuza Husain¹, Sri Nabawiyati Nurul Makiyah²

¹Medical Study Program, Faculty of Medicine & Health Sciences, Muhammadiyah University, Yogyakarta,

²Department of Histology & Biology, Faculty of Medicine & Health Sciences, Muhammadiyah University, Yogyakarta

KATA KUNCI *Limpa; mencit; radiasi gelombang telepon seluler; pulpa putih; sistem imun*
KEYWORDS *Spleen; cellular telephone wave radiation; mice; white pulp; immune system*

ABSTRAK *Radiasi elektromagnetik yang dihasilkan oleh gelombang telepon seluler dapat berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan apabila seseorang terpajan melampaui ambang batas pajanan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pajanan radiasi gelombang telepon seluler terhadap sistem imunitas mencit (*Mus musculus*) dengan mengukur diameter pulpa putih limpa. Jenis penelitian adalah eksperimental menggunakan mencit (*Mus musculus*) jantan, berat badan ± 30 gram, selama 30 hari perlakuan. Perlakuan dibagi menjadi empat kelompok, yaitu kelompok kontrol, kelompok perlakuan dengan telepon seluler GSM jenis monophonic, kelompok perlakuan dengan telepon seluler GSM jenis polyphonic dan kelompok perlakuan dengan telepon seluler CDMA, masing-masing terdiri dari lima ekor mencit. Dengan Lama pajanan ± 120 menit selama 30 hari. Pada hari ke-31 dilakukan dekapitasi pada mencit, organ limpa diambil, dibuat preparat histologi dengan teknik pewarnaan HE dan diukur diameter pulpa putih limpa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa diameter pulpa putih limpa pada mencit yang diberi perlakuan tampak lebih besar bila dibandingkan dengan mencit kontrol secara bermakna ($p < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa antara kelompok perlakuan radiasi gelombang telepon seluler dan kelompok kontrol berbeda secara bermakna, khususnya pada kelompok CDMA. Disimpulkan bahwa radiasi elektromagnetik mempunyai efek mengaktivasi sistem imun di daerah perifer.*

ABSTRACT *Electromagnetic radiation waves generated by cellular phones can potentially cause health problems if an individual is exposed beyond the threshold exposure. This study aimed to determine the effect of cellular phone radiation exposure on the immune system of mice (*Mus musculus*) by measuring the diameter of the splenic white pulp. Some 20 male mice weight approximately ± 30 g were used in this study for 30 days of treatment. The experimental animals were divided into four groups, namely control group, the group treated with GSM mobile phone type of monophonic, the group treated with a GSM mobile phone polyphonic type and the group treated with CDMA mobile phone, each consisting of five mice, with long exposure of ± 120 minutes for 30 consecutive*

days. On day-31 mice were sacrificed, the spleen was taken and histology preparations were made employing HE staining technique and the diameter of the splenic white pulp was measured. The results showed that the diameter of the splenic white pulp treated mice was significantly ($p < 0.05$) bigger compared to the control mice. This suggested that significant difference was observed between the treatment groups which were all cell phone radiation and the control group, especially in the CDMA. It was concluded that electromagnetic radiation has the potential effect of activating the immune system in the peripheral areas.

Dalam kehidupan modern, bagi banyak warga masyarakat telepon seluler (ponsel) sudah menjadi bagian dari kehidupan. Ponsel adalah perangkat elektronik yang memancarkan gelombang elektromagnetik dan gelombang elektromagnetik yang dipancarkan pada dasarnya kecil namun karena interaksi pengguna yang tinggi memungkinkan dampak radiasi yang dipancarkan berpengaruh pada kesehatan.

Ponsel yang sudah banyak dipasarkan saat ini mempunyai frekuensi 450 MHz dan 900 MHz, namun perusahaan pengelola jasa telepon seluler belakangan ini banyak menggunakan frekuensi yang jauh lebih tinggi dari frekuensi sebelumnya yaitu sebesar 1800 MHz. Pada frekuensi 1800 MHz, banyak keuntungan yang didapat terutama pada perambatan gelombang (Balipost, 2007).

Pancaran sinyal dari emitter ponsel selalu mengikuti kaidah pancaran radiasi gelombang elektromagnetik. Radiasi elektromagnetik adalah kombinasi medan listrik yang berisolasi dan medan magnet merambat lewat ruang dan membawa energi dari satu tempat ke tempat yang lain. Ponsel mengubah suara menjadi gelombang elektromagnetik seperti halnya radio. Kuatnya pancaran gelombang dan letak ponsel yang menempel di kepala akan mengubah sel-sel otak hingga berkembang abnormal dan potensial menjadi sel kanker. Jadi, efek radiasi ponsel sedemikian berbahaya jika sering digunakan. Sebuah penelitian di Finlandia membuktikan bahwa radiasi elektromagnetik serupa ponsel selama satu

jam dapat mempengaruhi produksi sel (Nurudin, 2005).

Pada kenyataannya banyak peneliti yang mengungkap pengaruh radiasi ponsel terhadap kesehatan manusia menerangkan bahwa seseorang yang banyak terkena radiasi ponsel cepat atau lambat, dapat menyebabkan efek detrimental pada otak, bahkan ada yang berpendapat bahwa penggunaan ponsel secara terus menerus selama 5-18 tahun atau lebih berisiko lebih tinggi terkena leukemia atau kanker pankreas juga dapat menyebabkan penurunan produksi sperma sampai 80% (Suroso, 2006).

Infeksi pada manusia dapat terjadi karena lingkungan manusia mengandung berbagai jenis unsur patogen, misalnya bakteri, virus, fungus, protozoa, dan parasit. Pada orang normal, infeksi yang terjadi umumnya singkat dan jarang meninggalkan kerusakan permanen. Hal ini disebabkan tubuh manusia memiliki suatu sistem yang disebut sistem imunitas. Sistem imunitas ini memberikan respon dan melindungi tubuh terhadap unsur-unsur patogen tersebut. Jika terjadi penurunan sistem imunitas maka akan berpengaruh terhadap sistem normal tubuh. Respon ini sangat bergantung pada kemampuan sistem imunitas untuk mengenali molekul asing (antigen) yang terdapat pada patogen potensial dan kemudian membangun

Correspondence:

Mayfuza Husain, Medical Study Program, Faculty of Medicine & Health Sciences, Muhammadiyah University, Yogyakarta, Jl. Pendidikan Sonopakis, Ngestihardjo, Kasihan, Bantul, Yogyakarta, E-mail: nurul_makiyan@umy.ac.id

kitkan reaksi yang tepat untuk menyingkirkan sumber antigen bersangkutan. Proses pengenalan antigen dilakukan oleh unsur utama sistem imunitas, yaitu limfosit. Pengenalan antigen sangat penting dalam fungsi sistem imun normal karena limfosit harus mengenal semua antigen pada patogen potensial dan pada saat yang sama ia harus mengabaikan molekul-molekul jaringan tubuh sendiri (toleransi). Limfosit pada seorang individu melakukan diversifikasi selama perkembangannya sehingga populasi limfosit secara keseluruhan mampu mengenali molekul asing dan membedakannya dari molekul jaringan atau sel tubuh sendiri (Kresno, 2003).

Limpa adalah salah satu organ yang berperan dalam sistem imunitas manusia. Oleh karena itu, limpa berpengaruh terhadap penurunan imunitas tubuh. Limpa merupakan kumpulan jaringan limfoid terbesar dalam organisme. Limpa banyak mengandung sel fagositik dan dengan adanya kontak erat antara darah yang beredar dan sel-sel ini, maka limpa merupakan alat pertahanan penting terhadap mikroorganisme yang menerobos masuk sirkulasi. Limpa juga merupakan tempat destruksi bagi banyak sel darah merah. Seperti halnya organ limfoid lain, limpa adalah tempat pembentukan limfosit yang diaktifkan, yang masuk ke dalam darah. Limpa bereaksi segera terhadap antigen yang terbawa darah dan merupakan organ pembentuk antibodi yang penting (Junquiera, 2010). Oleh karena nodus limfatikus berperan sebagai filter imunologik dari cairan limfe, maka limpa merupakan filter imunologik dari sistem sirkulasi (Roitt & Delves, 2001). Untuk mengetahui adanya peningkatan aktivitas dari sistem imun pada limpa, maka dilakukan pengukuran diameter pulpa putih limpa. Apabila diameter pulpa putih limpa lebih besar pada mencit yang diberi paparan gelombang telepon seluler,

maka berarti terjadi peningkatan aktivitas sistem imun pada limpa.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis diameter pulpa putih limpa pada mencit setelah diberi paparan gelombang telepon seluler.

BAHAN DAN CARA KERJA

Jenis penelitian ini merupakan penelitian eksperimental murni. Subjek penelitian ini adalah hewan uji berupa mencit (*Mus musculus*) galur Balb-C sebanyak 20 ekor, berumur 3 bulan, dan berat badan ± 30 gram.

Variabel bebas adalah paparan gelombang telepon seluler *Global System for Mobile Telecommunications* (GSM) dan *Code Division Multiple Acces* (CDMA) sedangkan sebagai variabel terikat adalah diameter pulpa putih limpa (jaringan limfoid) mencit (*Mus musculus*).

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu alat pajanan gelombang telepon seluler yang terdiri dari telepon seluler jenis GSM (*monophonic* dan *polyphonic*) dan CDMA, alat dan bahan pembedahan hewan uji berupa seperangkat alat bedah untuk membuat preparat serta alat dan bahan pengamatan histologi yang terdiri dari mikrometer, mikroskop, dan preparat.

Pada penelitian ini mencit dibagi menjadi 4 kelompok, yaitu kelompok K (kontrol), P1 (terpajan gelombang telepon seluler jenis GSM *monophonic*), P2 (terpajan gelombang telepon seluler jenis GSM *polyphonic*), dan P3 (terpajan gelombang telepon seluler jenis CDMA). Hewan uji tersebut diberi paparan gelombang telepon seluler dengan cara meletakkan hewan uji di dekat telepon seluler yang sedang aktif menelfon. Lama pajanan ± 120 menit perhari selama 30 hari. Pembedahan hewan uji dilakukan untuk mengambil limpa dan kemudian dibuat preparat histologis. Pengamatan preparat dilakukan dengan

mengukur diameter pulpa putih limpa.

Pada penelitian ini tingkat pengukuran untuk diameter pulpa putih limpa (jaringan limfoid) mencit (*Mus musculus*) adalah rasional dengan 4 kelompok, sehingga analisis statistik yang digunakan adalah Anova 1 jalan, sedangkan untuk menentukan letak perbedaan pada masing-masing kelompok digunakan uji Tukey.

HASIL

Dilakukan pengukuran diameter pulpa putih limpa pada spesimen untuk mengetahui adanya peningkatan aktivitas sistem imun pada limpa. Data yang diambil sejumlah 5 ulangan pada masing-masing kelompok. Hasil pengukuran di-tunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengukuran diameter pulpa putih limpa (μ) mencit

Kelompok	Diameter Pulpa Putih (μ)
Kontrol tanpa perlakuan	409,92 \pm 150,494 ^{abc}
Perlakuan hp GSM <i>monophonic</i>	429,52 \pm 147,470 ^{ac}
Perlakuan hp GSM <i>polyphonic</i>	414,40 \pm 125,603 ^c
Perlakuan hp CDMA	537,04 \pm 160,069 ^d

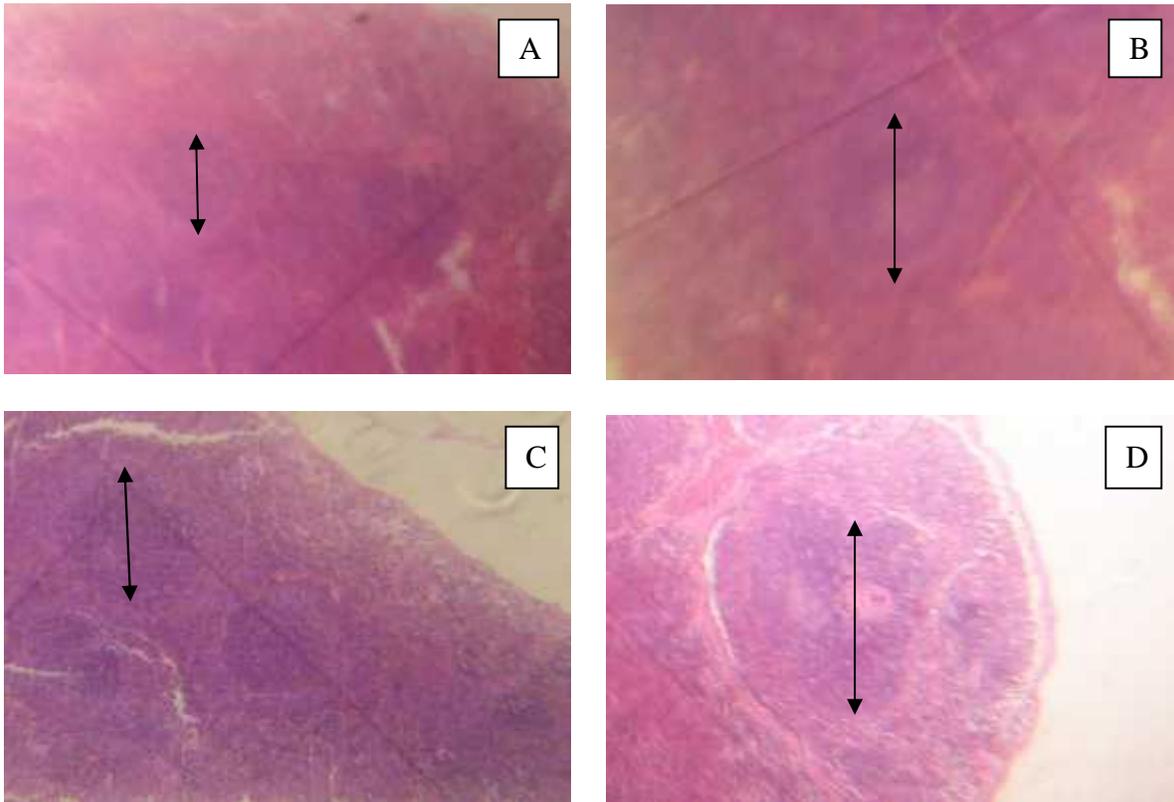
Keterangan : angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata

Hasil pengukuran pulpa putih limpa mencit pada Tabel 1. menunjukkan bahwa pada kelompok perlakuan hp GSM *monophonic* terjadi peningkatan lebih banyak ukuran diameter pulpa putih limpa dari kelompok kontrol tanpa perlakuan dan kelompok perlakuan hp GSM *polyphonic*. Pada kelompok perlakuan hp GSM *polyphonic* juga menghasilkan sedikit peningkatan dibandingkan dengan kelompok kontrol. Sedangkan kelompok perlakuan hp CDMA mengalami peningkatan ukuran yang lebih besar jika dibandingkan dengan kelompok kontrol, perlakuan hp GSM *monophonic*, dan perlakuan hp GSM *polyphonic*. Pada hasil ini dapat kita ketahui bahwa pajanan radiasi gelombang telepon seluler dapat meningkatkan ukuran diameter pulpa putih limpa mencit. Peningkatan yang lebih bermakna terlihat pada ukuran diameter pulpa putih

limpa mencit yang diberi pajanan radiasi gelombang telepon seluler jenis CDMA.

Hasil pengukuran pada Tabel 1. menunjukkan bahwa mencit (*Mus musculus*) yang diberi pajanan radiasi gelombang telepon seluler mempunyai diameter pulpa putih limpa yang lebih besar apabila dibandingkan dengan mencit (*Mus musculus*) kontrol. Kenaikan ini terjadi teraktivasinya pulpa putih limpa mencit yang diberi pajanan radiasi gelombang telepon seluler (Gambar 1).

Perbedaan ukuran diameter pulpa putih limpa antara kelompok kontrol dan kelompok yang diberi pajanan radiasi gelombang telepon seluler juga diperkuat dengan hasil perhitungan statistik seperti terlihat pada Tabel 2.



Gambar 1. Gambaran mikroskopis limpa mencit (*Mus musculus*) kelompok kontrol (A), kelompok perlakuan pemaparan radiasi gelombang telepon seluler jenis GSM *monophonic* (B), kelompok perlakuan pemaparan radiasi gelombang telepon seluler jenis GSM *polyphonic* (C), kelompok perlakuan pemaparan radiasi gelombang telepon seluler jenis CDMA (D). Keterangan: \leftrightarrow : diameter pulpa putih limpa

Tabel 2. Hasil uji F (Anova) pada pengukuran diameter pulpa putih limpa mencit

	<i>Sum of Squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean Squares</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
<i>Between Groups</i>	542418.240	3	180806.080	8.430	.0001
<i>Within Groups</i>	4203902.080	196	21448.480		
<i>Total</i>	4746320.320	199			

Pada Tabel 2. uji statistik dilakukan dengan menggunakan uji F (Anova), tingkat kepercayaan 95% didapatkan signifikansi sebesar 0,000. Hasil ini berada di bawah angka 0,05 yang berarti ada perbedaan sangat bermakna antara hasil pengukuran diameter pulpa putih limpa mencit (*Mus musculus*) kelompok kontrol dan kelompok perlakuan yang diberi pajanan radiasi gelombang telepon seluler.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa radiasi gelombang telepon seluler memberikan dampak yang kurang baik terhadap sistem biologi terutama pada limpa yaitu terjadi peningkatan ukuran diameter pulpa putih limpa mencit. Peningkatan ukuran diameter ini menyebabkan terjadi peningkat-

an aktivitas sistem imunitas tubuh untuk melawan benda asing yang masuk tubuh yaitu radiasi gelombang telepon seluler.

Penyebab peningkatan ukuran diameter pulpa putih limpa ini belum diketahui secara jelas, namun diduga ini akibat dari mekanisme penekanan respon imun yang kronis. Pada umumnya antigen asing masuk ke dalam tubuh melalui kulit, lapisan epitel gastro-intestinal, dan sistem respirasi. Kulit, mukosa epitel, dan organ parenkim mengandung banyak pembuluh limfatik yang mempunyai saluran limfe mulai dari tempat masuknya antigen sampai ke limfonodus regional. Di dalam lapisan epitel ini terdapat sel-sel dendritik yang akan mengikat antigen tersebut untuk dibawa ke limfonodus regional melalui pembuluh limfatik tersebut agar melalui diproses oleh limfosit T. Akan tetapi sebagian antigen yang tidak terikat oleh sel dendritik akan masuk ke dalam sistem limfatik dimana antigen ini akan diikat oleh *Antigen Presenting Cell* (APC) untuk kemudian diproses oleh limfosit (Abbas & Lichtman, 2007). Apabila kondisi seperti ini terjadi terus-menerus akan berakibat tertekannya sistem imun tubuh dan terjadi mutasi DNA. Mutasi DNA akan mengakibatkan sel-sel bertransformasi dari sel normal menjadi sel tumor. Transformasi ini tidak terjadi sekaligus, tetapi bersifat selektif, pertumbuhan meningkat berlebihan dan tidak terkendali sampai akhirnya terjadi transformasi kanker penuh (Kumar *et al.*, 2011).

Penelitian dengan menggunakan hewan percobaan telah dilakukan sejak tahun enam puluhan dengan hasil yang bervariasi, mulai dari gambaran yang tidak berpengaruh, adanya perubahan tingkah laku, timbul proses keganasan, sampai terjadinya cacat pada keturunan. Kenyataannya selama ini, hasil penelitian tentang pengaruh radiasi gelombang telepon seluler terhadap kesehatan masih kontroversial (Swamardika, 2009;

Sutyarso, 2010). Secara teoritis, radiasi gelombang telepon seluler memiliki potensi gangguan kesehatan apabila seseorang terpajan melampaui Nilai Ambang Batas Pemajanan (NAB), antara lain berupa leukemia, limfoma, infertilitas pada pria, cacat kongenital, proses degeneratif, perubahan ritme jantung, perubahan metabolisme melatonin, neurosis, dan sebagainya (Anies, 2005). Dari teori tersebut dapat kita ketahui jika radiasi gelombang telepon seluler mempunyai pengaruh yang tidak baik jika pada tubuh. Hal ini sangat berhubungan dengan sistem imunitas tubuh dimana untuk melawan benda asing yang masuk akan terjadi peningkatan aktivitas sistem imunitas tubuh. Jika sistem imunitas lemah maka tidak dapat bekerja dengan baik sehingga benda asing dapat masuk dengan mudah ke dalam tubuh sehingga mudah terserang penyakit. Namun demikian untuk penjelasan mengenai mencit yang terpapar radiasi gelombang telepon seluler jenis CDMA lebih berpengaruh tidak baik bagi tubuh daripada jenis GSM *monophonic* dan *polyphonic* belum diketahui secara pasti.

SIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa radiasi gelombang telepon seluler berpotensi mengaktivasi sistem imun pada organ limpa sehingga terjadi peningkatan ukuran diameter pulpa putih limpa secara bermakna khususnya pada pemajanan radiasi gelombang telepon seluler dari jenis CDMA.

Ucapan terimakasih

Terima kasih diucapkan kepada Kepala dan Staf Laboratorium Biomedik Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta atas kerjasamanya sehingga penelitian ini dapat terselenggara.

KEPUSTAKAAN

- Abbas AK, and Lichtman AH 2007. Cellular and Molecular Immunology (ed. 6). Philadelphia: Elsevier Saunders. p: 30-31
- Anies 2005. Mewaspada Penyakit Lingkungan Akibat Radiasi Elektromagnetik. Diakses 11 April 2008, dari <http://www.kompas.com/kompas-cetak/0304/04/Ilpeng/215874.htm-38k->
- Balipost 2007. Dampak Radiasi Elektromagnetik Ponsel. Diakses 3 April 2008, dari <http://www.balipost.co.id/balipostcetak/2007/1/9/ip2.htm>
- Fawcett DW 2002. Buku Ajar Histologi (ed. 12). Terjemahan oleh Tambayong J. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC. p: 112-211
- Junqueira LC 2010. Histologi Dasar (ed. 12). Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC. P: 251-276
- Kresno SB 2003. Imunologi: Diagnosis dan Prosedur Laboratorium (ed. 4). Jakarta: Balai Penerbit FKUI. p: 161-186
- Kumar V, Cotran RS, and Robbins SL 2011. Buku Ajar Patologi Robbins (ed. 7). Volume 1. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC. p: 185-237
- Nurudin 2005. Sistem Komunikasi Indonesia. Diakses 7 April 2011, dari <http://hild4.files.wordpress.com/2007/08/dpts.doc>
- Roitt IM, and Delves PJ 2001. Essential Immunology (10th ed.). Blackwell Science Ltd.
- Suroso 2006. Pengaruh Gelombang Elektromagnetik Ponsel pada Kesehatan. Diakses 12 Maret 2011, dari <http://www.glorianet.org/arsip/b3723.html>
- Sutyarso 2010. Hubungan antara Lama Menggunakan Ponsel dengan Jumlah dan Kualitas Spermatozoa pada Laki-laki Fertile. Maj. Kedokt. Indon. 60 (3): 119-125
- Swamardika IBA 2009. Pengaruh Radiasi Gelombang Elektromagnetik terhadap Kesehatan Manusia. J. Teknol. Elektro. 8(1):106-109