



Online: <http://bit.ly/OJSIbnuSina>
 Ibnu Sina: Jurnal Kedokteran dan Kesehatan-Fakultas Kedokteran Universitas
 Islam Sumatera Utara
 ISSN 1411-9986 (Print) | ISSN 2614-2996 (Online)



Tinjauan Pustaka

KERUSAKAN SEL HEPAR AKIBAT PAPARAN RADIASI ELEKTROMAGNETIK TELEPON SELULER

THE DAMAGE OF HEPAR CELL CAUSED BY CELLULAR PHONE ELECTROMAGNETIC RADIATION EXPOSURE

Mashitoh Nur Iqlima

*Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung, Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1,
Bandarlampung, Lampung, Indonesia*

Histori Artikel

Diterima:
15 Desember 2019

Revisi:
25 Desember 2019

Terbit:
20 Januari 2020

ABSTRAK

Telepon seluler merupakan salah satu teknologi komunikasi sebagai bentuk pemanfaatan dari gelombang elektromagnetik yang dapat memancarkan radiasi. Radiasi yang dipancarkan oleh gelombang elektromagnetik yang berasal dari telepon seluler merupakan radiasi non pengion, dimana radiasi ini tidak mengasikkan elektron bebas di dalam tubuh. Sejumlah penelitian di beberapa negara telah membuktikan bahwa paparan radiasi gelombang elektromagnetik telepon seluler dapat membahayakan kesehatan. Pengaruh yang ditimbulkan meliputi perubahan struktur mikroskopis, fungsional dan biokimiawi. Mekanismenya belum diketahui secara pasti, namun beberapa peneliti mengungkapkan bahwa radiasi non pengion mempengaruhi kelistrikan permukaan membran ganda dan memodifikasi komponen di dalam sel. Radiasi elektromagnetik telepon seluler juga merupakan salah satu agen fisik yang dapat menyebabkan jejas pada sel, termasuk sel hepar. Beberapa peneliti membuktikan bahwa paparan radiasi elektromagnetik telepon seluler dapat menyebabkan degenerasi, nekrosis, apoptosis dan fibrosis pada sel hepar.

Kata Kunci

*gelombang elektromagnetik,
jejas sel, radiasi*

Korespondensi

Tel. 081273211035
 Email:
 mashitohiqlima@gmail.com

ABSTRACT

Cell phones are one of communication technology as a form of utilization of electromagnetic waves that can emit radiation. Radiation emitted by electromagnetic waves from a cell phone is non-ionizing radiation, so they can't result an electron in the human body. A number of studies in some countries have proved that exposure to electromagnetic wave radiation of cell phones can be harmful to health. The influences include the alteration of microscopic, functional and biochemical structures. The mechanism is not yet known certainly, but some researchers reveal that non-ionizing radiation affects the electricity of double membrane surfaces and modifies components in the cells. It is also said that the electromagnetic radiation of the cell phone is one of the physical agents that can cause lesion in the cell, including the hepar cells. Some researchers proved that exposure to cellular phone electromagnetic radiation can cause degeneration, necrosis, apoptosis and fibrosis in hepar cells.

PENDAHULUAN

Telepon seluler merupakan salah satu teknologi komunikasi yang sudah sangat mendunia. Pengguna telepon seluler berasal dari berbagai kalangan usia mulai dari tua, muda hingga anak-anak. Semakin berkembang tingkat kecanggihan telepon seluler membuat manusia di era globalisasi ini semakin tergiur untuk menggunakannya. Bahkan tidak jarang orang yang menggunakan telepon seluler hanya untuk sekedar bergaya. Menurut data yang dilansir oleh GSMA Intelligence pada tahun 2017 sebanyak lima juta orang di dunia adalah pengguna telepon seluler dan diperkirakan akan meningkat setiap tahunnya. Peningkatan ini merupakan peningkatan terbesar diantara teknologi-teknologi lainnya.¹

Telepon seluler sendiri merupakan salah satu bentuk pemanfaatan dari gelombang elektromagnetik. Disamping manfaatnya yang begitu besar, radiasi gelombang elektromagnetik telepon seluler dapat mempengaruhi tubuh terutama sel-sel tubuh yang mudah membelah.² Komponen tubuh sebagian besar adalah molekul air, sehingga mudah mengalami ionisasi oleh radiasi.³

Beberapa penelitian telah membuktikan bahwa paparan radiasi elektromagnetik telepon seluler dapat mempengaruhi kesehatan tubuh manusia salah satunya berperan dalam kerusakan hepar. Paparan radiasi gelombang elektromagnetik telepon seluler dapat menyebabkan kerusakan pada jaringan hepar, ginjal dan spleen.⁴ Menurut hasil studi yang dilakukan oleh Sahin et al, pemaparan gelombang elektromagnetik telepon seluler dengan frekuensi 900 MHz secara akut maupun

kronik dapat menyebabkan kerusakan hepar dan perubahan histopatologi sel hepar yang berlebihan.⁵

Semakin berkembangnya ilmu pengetahuan maka semakin banyak penelitian-penelitian yang dilakukan dalam rangka memberikan jawaban terhadap kekhawatiran masyarakat mengenai dampak yang ditimbulkan oleh radiasi elektromagnetik telepon seluler. Tulisan ini merupakan review dari beberapa sumber jurnal dan penelitian mengenai dampak radiasi elektromagnetik telepon seluler. Tulisan ini dibuat dengan tujuan untuk mengetahui lebih lanjut mengenai pengaruh radiasi elektromagnetik telepon seluler terhadap kerusakan sel hepar.

RADIASI ELEKTROMAGNETIK

Radiasi merupakan energi yang bergerak dalam bentuk gelombang atau partikel berkecepatan tinggi.⁶ Radiasi dibedakan menjadi dua jenis yaitu partikel alpha dan beta yang berasal dari partikel radioaktif dan gelombang elektromagnetik.⁷ Gelombang elektromagnetik merupakan aliran energi dalam bentuk medan elektrik dan magnetik.⁸ Berdasarkan besar energi yang dihasilkan, radiasi gelombang elektromagnetik dibedakan menjadi radiasi pengion dan non-pengion. Radiasi pengion adalah radiasi dengan frekuensi sangat tinggi yang memiliki energi untuk memecahkan elektron yang saling berikatan sehingga akan menghasilkan elektron bebas yang saling berbenturan dan melepaskan elektron tambahan.⁶ Contoh dari radiasi pengion adalah sinar X dan sinar gama yang banyak digunakan di bidang kesehatan. Radiasi non-pengion adalah

radiasi dengan frekuensi rendah yang tidak memiliki cukup energi untuk memecahkan elektron yang saing berikatan. Contoh dari radiasi non-pengion adalah sinar ultraviolet, cahaya infra merah, gelombang mikro dan gelombang radio. Berdasarkan frekuensinya, gelombang elektromagnetik dibagi menjadi 4 tingkatan sebagai berikut:⁹

1. *Static electromagnetic frequency* (0 Hz). Sumbernya antara lain elektromagnetik alami, MRI, dan elektrolisis industrial.
2. *Extreamly low frequency* (0 – 300 Hz). Gelombang elektromagnetik ini dihasilkan tidak hanya ketika aliran listrik dihantarkan melalui kabel listrik, namun juga dihasilkan oleh alat elektronik itu sendiri saat digunakan.
3. *Intermediete frequency* (300 Hz – 100 kHz). Sumbernya antara lain *detector metal* dan *hands free*.
4. *Radio frequency* (100 kHz – 300 GHz). Sumbernya antara lain gelombang televisi, radio, ponsel dan *micowave oven*.

PENGARUH TELEPON SELULER

Telepon seluler atau biasa disingkat dengan ponsel merupakan teknologi komunikasi yang memancarkan energi radiofrekuensi.¹⁰ Teknologi telepon seluler terbagi menjadi dua jenis, yaitu GSM (*Global System for Mobile Communication*) dan CDMA (*Code Division Multiple Access*). Jaringan GSM beroperasi dengan frekuensi pada 900 MHz atau 1800 MHz. CDMA merupakan sebuah metode akses yang memungkinkan beberapa pemancar untuk mengirimkan informasi secara bersamaan

melalui saluran komunikasi tunggal.¹¹ Jaringan yang paling umum digunakan di dunia adalah GSM.

Radiofrekuensi yang dipancarkan oleh telepon seluler merupakan bentuk radiasi non-pengion, sehingga tidak dapat menghasilkan elektron bebas di dalam tubuh. Radiasi non-pengion mentransfer energinya tidak melalui pembentukan radikal bebas, akan tetapi melalui perantara konversi suhu (termal). Tubuh manusia mampu menerima dan menginduksi medan elektrik pada bagian tertentu di dalam jaringan jika terpapar oleh radiasi non-pengion berupa telepon seluler. Hal ini terjadi karena tubuh manusia memiliki sifat elektrik.⁸ Interaksi antara radiasi elektromagnetik dan organisme hidup melalui dua mekanisme, yaitu efek termal dan efek non termal. Efek non termal dapat mengganggu kelistrikan membran ganda serta memodifikasi komponen di dalam sel tersebut.¹² Kerusakan sel yang dipengaruhi oleh radiasi elektromagnetik disebabkan oleh beberapa mekanisme antara lain melalui kerusakan dan disfungsi mitokondria, akumulasi radikal bebas asal-oksigen (stres oksidatif), defek pada permeabilitas membran, serta kerusakan DNA dan protein.⁶

TELEPON SELULER DAN SEL HEPAR

Beberapa penelitian telah membuktikan adanya pengaruh radiasi elektromagnetik telepon seluler terhadap kerusakan sel hepar. Paparan radiasi gelombang elektromagnetik telepon seluler dapat menyebabkan kerusakan pada jaringan hepar, ginjal dan spleen.⁴ Percobaan yang dilakukan dengan menggunakan tikus wistar albino, terjadi inflamasi pada sel

hepar dan pankreas setelah terpapar radiasi telepon seluler jangka panjang.¹³ Penelitian lain membuktikan bahwa paparan 1 GHz medan elektromagnetik pada tikus selama 21 hari menunjukkan adanya perubahan histopatologi ginjal, hati dan testis, bahkan perubahan ini bersifat ireversibel setelah tikus tidak dipapar medan elektromagnetik terhitung 48 hari dari pemaparan pertama.¹⁴ Rahmanisa dan Sudrajat juga melakukan penelitian berupa paparan gelombang elektromagnetik telepon seluler selama 2 jam dengan mode panggilan dalam waktu 35 hari dan hasilnya adalah terdapat pengaruh paparan gelombang elektromagnetik telepon seluler terhadap gambaran histologi hepar tikus.¹⁵ Menurut hasil studi yang dilakukan oleh Sahin et al, paparan gelombang elektromagnetik telepon seluler dengan frekuensi 900 MHz secara akut maupun kronik dapat menyebabkan kerusakan hepar dan perubahan histopatologi sel hepar yang berlebihan.⁵

Besarnya radiasi elektromagnetik telepon seluler yang diserap oleh tubuh dinyatakan menggunakan SAR (*Specific Absorption Rate*). Batas aman SAR untuk bagian kepala pada manusia adalah 2 W/kg (13,14). Batas aman SAR untuk seluruh tubuh adalah 0,08 W/kg.¹⁶

Hepar merupakan organ visera abdomen yang terletak intraperitonea pada regio epigastrium kanan. Hepar merupakan kelenjar paling besar dan berfungsi sebagai organ metabolik utama pada tubuh. Berat hepar manusia antara 1200 – 1800 gr.¹⁷ Sebagian besar proses biokimia tubuh terjadi di hati sehingga hati disebut sebagai pabrik biokimiawi.¹⁸ Nutrisi utama berupa karbohidrat, protein dan lemak

yang di serap oleh saluran cerna akan dibawa ke hati untuk di metabolisme. Hati memiliki kemampuan untuk menguraikan dan mendetoksifikasi zat sisa tubuh, hormon, obat dan senyawa asing lain. Tidak mengherankan jika sel hati sangat rentan terhadap jejas atau kerusakan sel. Dilihat dari fungsinya yang begitu besar dalam proses biokimiawi tubuh membuat hati rentan mengalami jejas atau kerusakan. Akan tetapi, hati merupakan organ yang memiliki cadangan fungsional yang besar karena kemampuan regenerasinya yang sangat bagus.⁶

Secara histologis, hepar terbagi menjadi 4 unit fungsional yaitu hepatosit, sel kupfer, sel endotel atau pembatas dan sel ito atau sel penyimpanan. Hati terdiri dari unit-unit heksagonal yang disebut lobulus hepaticus. Bagian tengah setiap lobulus terdapat vena sentralis yang dikelilingi oleh hepatosit dengan pola radial dan sinusoid ke arah perifer.¹⁹

Ketika sel menghadapi stres fisiologis atau stres patologis, sel mampu beradaptasi dan menciptakan kondisi yang baru serta mempertahankan viabilitas dan fungsinya. Apabila kemampuan adaptifnya berlebihan atau mendapatkan stres eksternal yang berbahaya, maka sel akan mengalami jejas. Jejas bisa berat atau ringan, jika ringan maka disebut jejas reversibel yang bisa kembali menjadi sel normal. Jika berat maka akan berakhir dengan kematian sel baik nekrosis maupun apoptosis. Nekrosis adalah kematian sel yang bersifat patologis dan diakhiri dengan jejas ireversibel. Apoptosis adalah kematian sel yang bersifat fisiologis sebagai upaya tubuh untuk mengeliminasi sel yang tidak diinginkan.⁶

Radang (inflamasi) adalah reaksi jaringan hidup terhadap semua bentuk jejas yang berupa reaksi vaskuler sehingga terjadi pengiriman cairan, zat-zat terlarut dan sel-sel mediator dari sirkulasi darah ke jaringan interstisial pada daerah cedera atau nekrosis. Degenerasi sel atau kemunduran sel adalah kelainan sel yang terjadi

akibat cedera ringan. Cedera ringan yang mengenai mitokondria atau sitoplasma akan mengganggu proses metabolisme sel. Kerusakan ini bersifat reversibel, namun apabila tidak segera diperbaiki maka akan bersifat ireversibel. Perbandingan kelainan sel hati terangkum seperti pada tabel berikut.

Tabel 1. Klasifikasi Kelainan pada Sel Hati

NORMAL	INFLAMASI	DEGENERASI	NEKROSIS
Ukuran rata-rata sel tidak terlalu besar atau kecil Warna sitoplasma cukup merata	Tampak warna ungu pekat yang berge-rombol Tidak ada sito-plasma (tidak ada jarak antara sito-plasma dan inti sel) Ukuran tidak pasti	Ukuran sel normal Sito-plasma lebih terang	Diameter sitoplasma lebih kecil Warna sitoplasma lebih merah Inti sel bisa menghilang (tampak sebagai titik) atau menyebar

KESIMPULAN

Telepon seluler yang dikenal sebagai benda multiguna khususnya di bidang komunikasi ini merupakan salah satu contoh dari pemanfaatan gelombang elektromagnetik. Paparan radiasi gelombang elektromagnetik telepon seluler ini dianggap memiliki dampak yang serius terhadap kesehatan. Bahkan bukan lagi sebagai anggapan atau isu, karena sudah banyak penelitian yang mengemukakan dampak dari radiasi elektromagnetik telepon seluler.

Gelombang elektromagnetik telepon seluler merupakan salah satu agen fisis yang dapat menyebabkan jejas pada sel, salah satunya adalah sel hepar. Efek non termal dari radiasi telepon seluler ini yaitu dapat mengganggu kelistrikan membran ganda dan memodifikasi komponen di dalam sel. Pada akhirnya, akibat paparan yang berkepanjangan menyebabkan kematian pada sel. Secara patologis, kematian sel hepar akibat paparan radiasi gelombang

elektromagnetik telepon seluler berupa degenerasi, nekrosis, apoptosis dan fibrosis.

DAFTAR REFERENSI

1. GSMA Intelligence. Global Mobile Trends 2017.
2. Soeg S, Wargasetia TL, Steven A. Efek Gelombang Elektromagnetik Telepon Seluler terhadap Spermatozoa Mencit Galur BALB / C. *Jkm*. 2007;7(1):26–36.
3. Anonim. Masalah Radiasi Tegangan Tinggi. <http://www.elektroindonesia.com/web/>. Published 2017.
4. Al-Glaib B, Al-Dardfi M, Al-Tuhami A, Elgenaidi A, Dkhil M. A technical report on the effect of electromagnetic radiation from a mobile phone on mice organs. *libyan J med*. 2008;3(1):8–9. doi:10.4176/080107
5. Şahin E, Güzel D, Açıkgöz Ş, Tufan N. Effects of Acute and Chronic Exposure to 900 Mhz Electromagnetic Field on the Rat Liver Microarchitecture. *Proceedings*. 2018;2(25):1585. doi:10.3390/proceedings2251585
6. Kumar V, Abbas AK, Aster JC. *Buku Ajar Patologi Robbins*. edisi 9. (Nasar IM,

- Cornain S, ed.). Singapore: Elsevier Inc; 2015.
7. Swamardika IBA. Pengaruh Radiasi Gelombang Elektromagnetik Terhadap Kesehatan Manusia (Suatu Kajian Pustaka). *Tekno elektro*. 2009;8(1):1–4.
 8. Dewi IK, Wulan AJ. Efek Paparan Gelombang Elektromagnetik Handphone terhadap Kadar Glukosa Darah Effects of Handphone Electromagnetic Wave Exposure on Blood Glucose Level. *J Fak Kedokt Univ Lampung*. 2015;4(7):31–38.
 9. Tarigan TRP, Gani U a., Rajagukguk M. Studi Tingkat Radiasi Medan Elektromagnetik Yang Ditimbulkan Oleh Telepon Selular. *J Tek Elektro Univ Tanjungpura*. 2013;1(1):1–8.
 10. Naeem Z. Health risks associated with mobile phones use. *Int J Heal Sci*. 2014;8(4):5–6.
 11. Tyagi A, Duhan M, Bhatia D. Effect of mobile phone radiation on brain using GSM vs CDMA. *IJSTM*. 2011;2(2):1–5. doi:10.1007/978-3-319-02913-9_49
 12. Commission E. Possible effects of Electromagnetic Fields (EMF) on Human Health. http://ec.europa.eu/health/ph_risk/risk_en.htm. Published 2007.
 13. Meo SA, Arif M, Rashied S, et al. Morphological changes induced by mobile phone radiation in liver and pancreas in Wistar albino rats. *Eur J Anat*. 2010;14(3):105–109.
 14. Ghonimi WA, Elbaz A. Exposure Effects of 50 Hz, 1 Gauss Magnetic Field on the Histoarchitecture changes of Liver, Testis and Kidney of Mature Male Albino Rats. *J Cytol Histol*. 2015;06(04). doi:10.4172/2157-7099.1000331
 15. Sudrajat, H., Rahmanisa S. Efek Protektif Pemberian Kombinasi Zinc Dan Tomat (*Solanum Lycopersicum L*) Terhadap Histologi Hepar Tikus Putih (*Rattus Norvegicus*) Galur Sprague Dawley Akibat Stres Yang Terpapar Gelombang Elektromagnetik Ponsel. *JK Unila*. 2017;1(3):518–524.
 16. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). *International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) Guidelines for Limiting Exposure To Time - Varying*. Vol 74.; 1998.
 17. Paulsen F, Waschke J. *Sobotta : Atlas Anatomi Manusia*. edisi 23. (Suguharto L, ed.). Jakarta: EGC; 2012.
 18. Sheerwood L. *Fisiologi manusia : dari sel ke sistem*. edisi 6. (Yesdelita N, ed.). Jakarta: EGC; 2011.
 19. Gartner LP, James LH. *Atlas Berwarna Histologi*. Edisi 5. (Susilowati, ed.). Tangerang: Binarupa Aksara; 2012.