

Dampak Gelombang Elektromagnetik Telepon Seluler terhadap Otak

Erma Mexcorry Sumbayak

Staf Pengajar Bagian Histologi
Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Krida Wacana, Jakarta
Alamat Korespondensi: summexco@yahoo.com

Abstrak

Setiap tahun angka pengguna telepon seluler (ponsel) di Indonesia semakin meningkat. Penggunaan ponsel yang semakin meningkat membuat para pengguna harus lebih mencermati efek samping terhadap kesehatan manusia. Telepon seluler atau ponsel, adalah salah satu alat komunikasi nirkabel, yang memanfaatkan gelombang radio sebagai medianya. Saat ini sebuah ponsel bukan saja menjadi sarana komunikasi, tetapi juga menjadi sumber berita dan media transfer data *mobile* yang cepat. Sampai saat ini, penggunaan ponsel yang demikian luas masih banyak diperdebatkan di kalangan masyarakat mengenai kemungkinan bahayanya bagi kesehatan manusia. Efek samping yang dikhawatirkan terhadap para pengguna adalah paparan radiasi gelombang elektromagnetik, khususnya bagian kepala. Radiasi elektromagnetik yang dipancarkan oleh ponsel adalah sejenis gelombang *microwave* yang termasuk jenis radiasi non-ionisasi, dan levelnya tergolong rendah (*low level radiation*). Penelitian-penelitian mengenai dampak radiasi ponsel terhadap otak manusia masih berlangsung untuk mendapatkan bukti-bukti ilmiah yang lebih valid dan masih banyak hal dan aspek yang perlu diteliti lebih lanjut mengenai dampak ponsel bagi kesehatan, khususnya otak.

Kata kunci: telepon seluler, radiasi gelombang elektromagnetik, otak

Abstract

Every year, the number of mobile phone users in Indonesia is increasing. The use of cell phone will cause side effects to the human health. Cell phone or mobile phone is a wireless communication device which uses radio waves as the medium. Now days, cell phones not only for communication but also as a tool for sending news and fast mobile data transfer. Until now, mostly grow cell phone using is still in debate in public about the possible dangers to the human health. The side effects caused by the exposure to the radiation of the electromagnetic wave, particularly to the head. The electromagnetic radiation emitted by cell phone is a microwave that includes of non-ionizing radiation, and a relatively low level radiation. Studies of mobile phone radiation effects on human brain is still going on to find out the scientific evidence. Many aspects need further study of mobile phone effects on health, especially the brain

Keywords: cellular phone, electromagnetic wave radiation, the brain

Pendahuluan

Setiap tahun angka pengguna telepon seluler (ponsel) di Indonesia semakin meningkat. *Roy Morgan Research* di Australia mengatakan bahwa pada tahun 2011, diperkirakan 65% penduduk Indonesia telah memiliki ponsel, kemudian pada tahun 2012

menjadi 74%, dan pada tahun 2013 meningkat menjadi 84% dari jumlah populasi penduduk Indonesia.¹

Penggunaan ponsel yang semakin meningkat membuat para pengguna harus lebih mencermati efek samping penggunaan ponsel terhadap kesehatan manusia. Efek samping yang dikhawatirkan terhadap para

pengguna adalah adanya paparan radiasi gelombang elektromagnetik, khususnya bagian kepala sekitar telinga. Hal itu merupakan suatu kondisi dimana kepala pemakai dapat terpapar gelombang dan radiasi dari ponsel. Dampak negatif penggunaan ponsel tersebut dapat meningkat seiring dengan bertambahnya pengguna ponsel dan lamanya pemakaian ponsel per hari yang digunakan seiring dengan semakin canggihnya manfaat ponsel.¹

Di negara maju seperti negara-negara di Eropa, permasalahan ini sudah menjadi perdebatan di kalangan para peneliti. Banyak penelitian telah dilakukan tentang pengaruh radiasi elektromagnetik ponsel terhadap gelombang otak manusia, dan beberapa peneliti mengungkapkan bahwa radiasi elektromagnetik ponsel berpengaruh terhadap otak manusia. Namun ada pula yang menjelaskan bahwa tidak terdapat hubungan antara radiasi elektromagnetik ponsel terhadap otak manusia. Tulisan ini akan menjelaskan secara garis besar energi radiasi yang keluar dari emiter ponsel dan pengaruhnya terhadap jaringan tubuh, khususnya otak.²

Telepon Seluler

Telepon seluler atau ponsel, adalah salah satu alat komunikasi nirkabel, yang memanfaatkan gelombang radio sebagai medianya. Keunggulan memanfaatkan gelombang radio dibandingkan dengan penggunaan kabel, adalah kemampuannya untuk digunakan secara *mobile*, dapat digunakan di mana saja asalkan ada sinyal. Selain itu, penggunaan ponsel tidak memerlukan instalasi yang rumit seperti pada pemasangan telepon rumah yang menggunakan kabel. Hal tersebut didukung lagi oleh pesatnya perkembangan teknologi di bidang ponsel, seperti terciptanya standar 3G (*Third Generation*) dan HSDPA (*High-Speed Downlink Packet Access*) pada sistem GSM (*Global System for Mobile Telecommunication*), maupun EVDO (*Evolution-Data Optimized*) pada sistem CDMA (*Code Division Multiple Access*), yang memungkinkan sebuah ponsel bukan saja menjadi sarana komunikasi, tetapi juga menjadi sumber berita dan media transfer data *mobile* yang cepat.³

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. Secara umum sistem yang digunakan ponsel terbagi menjadi dua yaitu GSM yang menggunakan frekuensi 800 MHz, 900 MHz dan 1.800 MHz, dan CDMA yang menggunakan frekuensi 450 MHz, 800 MHz dan 1.900 MHz. Pada frekuensi 1.800 MHz, banyak keuntungan yang didapat, terutama pada perambatan gelombang.^{4,5}

Gelombang Elektromagnetik

Radiasi adalah perambatan energi dari sumber energi tanpa membutuhkan medium. Di kenal dua jenis radiasi, yaitu radiasi pengion dan radiasi nonpengion.⁶

Radiasi pengion adalah energi radiasi yang dapat mengeluarkan elektron dari inti atom. Sisa atom ini menjadi positif dan disebut ion positif. Elektron yang dikeluarkan dapat tinggal bebas atau mengikat atom netral lainnya dan membentuk ion negatif. Peristiwa pembentukan ion positif dan ion negatif inilah yang disebut sebagai ionisasi. Melalui proses ionisasi ini, jaringan tubuh akan mengalami kelainan atau kerusakan pada tingkat sel.⁶

Masalah radiasi tegangan tinggi sebenarnya sudah sejak lama dipikirkan oleh para ahli, paling tidak semenjak James Clark Maxwell mengumumkan teorinya tentang *A dynamic theory of the electromagnetic field*, suatu teori revolusioner tentang pergeseran arus yang diramalkan dapat menimbulkan gelombang elektromagnet yang merambat dengan kecepatan cahaya. Pada waktu teori tersebut diumumkan pada tahun 1865, Maxwell belum menyebutnya sebagai suatu radiasi seperti yang kita kenal saat ini.⁷

Badan FCC (*Federal Communication Commission*) Amerika telah menguji tingkat radiasi yang dipancarkan oleh beberapa ponsel. Kekuatan radiasi ponsel yang diterima oleh otak atau yang dinamakan *SAR* (*Specific Absorption Rate*) diukur dalam satuan watt/kg. Nilai SAR (watt/kg) didefinisikan sebagai batas aman jumlah maksimal radiasi gelombang elektromagnetik (watt) dari ponsel jika terpapar atas 1 kilogram jaringan tubuh manusia pada saat ponsel sedang dipergunakan. Standar yang sementara ini diikuti oleh negara-negara di Eropa memiliki nilai $SAR < 2.0$. Sedangkan FCC Amerika menetapkan nilai $SAR < 1.6$. Meskipun

demikian ada beberapa orang yang merasa agak pusing atau telinganya panas setelah menggunakan ponsel yang dikategorikan “aman” tersebut. Jadi yang “betul-betul aman” adalah yang tingkat radiasinya dibawah 1 watt/kg. Untuk itu FCC menetapkan bahwa semua ponsel yang memancarkan radiasi di atas 1.6 watt/kg dilarang untuk diproduksi (dilarang masuk ke Amerika).^{4,8}

Radiasi elektromagnetik yang dipancarkan oleh ponsel adalah sejenis gelombang *microwave* yang termasuk jenis radiasi non-ionisasi, dan levelnya tergolong rendah (*low level radiation*). Dari puluhan kajian ilmiah yang telah dilakukan sampai sekarang ini, belum terdapat bukti ilmiah hasil olahan kajian yang skala cakupan dan secara komprehensif dapat meyakinkan bahwa efek radiasi non-ionisasi pada pemakaian ponsel berakibat serupa dengan efek pancaran radiasi gelombang elektromagnetik jenis ionisasi yang telah dinyatakan positif sebagai salah satu penyebab tumor otak atau pun kerusakan DNA pada sel jaringan tubuh manusia. Menurut salah satu jurnal disebutkan bahwa radiasi elektromagnetik dalam jumlah kecil tidak berbahaya, namun kalau dalam jumlah yang besar akan menimbulkan efek negatif.^{8,9}

Hal yang penting bagi kesehatan manusia adalah: *dosimetry*, yaitu seberapa besar penetrasi RF (*Radio Frequency*) ke dalam tubuh manusia. Untuk mendapatkan angka penetrasi RF pada jaringan biologis yang sebenarnya, diperlukan angka kekuatan medan RF pada tiap jaringan. Batas dianggap adanya perubahan ditetapkan pada binatang percobaan dengan adanya perubahan perilaku setelah terpajan pada radiasi RF, yaitu disebabkan kenaikan melebihi 1°C suhu badan binatang percobaan. Perubahan tersebut dapat terjadi jika terpajan dengan SAR 1 - 4 watt/kg atau lebih tinggi. (1 watt/Kg binatang percobaan yang terpajan dalam keadaan suhu, kelembaban, dan aliran udara yang berbeda, sedangkan 4 watt/kg pada lingkungan yang normal). Besarnya SAR berbeda-beda pada setiap jaringan tubuh tergantung pada perubahan medan listrik di setiap tempat maupun perbedaan konduktivitas setiap jaringan tubuh. Pada umumnya densitas jaringan hampir sama, kecuali pada tulang manusia. Pada frekuensi 900 MHz diperlukan nilai medan listrik sebesar 30 V/m untuk menghasilkan SAR 1 watt/kg, sedangkan untuk 1.800 MHz besarnya adalah 25 V/m.

Pada anak-anak di bawah usia 16 tahun, SAR yang dihasilkan lebih besar daripada orang dewasa, karena jaringannya mengandung lebih banyak ion dan mempunyai konduktivitas yang lebih tinggi.¹⁰

Angka batas aman tersebut di atas menunjukkan bahwa kuantum energi yang ditimbulkan oleh radiasi elektromagnetik ponsel, secara kuantitas relatif masih kecil karena hanya berkisar satu per sejuta elektron Volts. Namun kalau jarak sumber radiasi dengan objek, yaitu jarak antara pesawat ponsel dengan kepala (khususnya telinga) diperhitungkan, maka dampak radiasi elektromagnetik yang dipancarkan oleh ponsel tidak boleh diabaikan begitu saja. Alasannya adalah karena intensitas radiasi elektromagnetik yang diterima oleh objek (telinga), akan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak, artinya makin dekat dengan sumber radiasi (ponsel) akan makin besar radiasi yang diterima. Persoalan akan lebih menarik lagi, kalau waktu kontak atau waktu berbicara melalui ponsel diperhitungkan, maka akumulasi dampak radiasi akibat pemakaian ponsel perlu dicermati lebih jauh lagi. Menurut Organisasi Kesehatan Dunia, WHO, dampak gelombang elektromagnetik tegangan tinggi atau ponsel tidak berbahaya asal pancarannya kecil.^{11,12}

Dampak Gelombang Elektromagnetik terhadap Otak

Sampai saat ini, penggunaan ponsel yang demikian luas masih banyak diperdebatkan di kalangan masyarakat mengenai kemungkinan bahayanya bagi kesehatan manusia. Kekhawatiran ini timbul sehubungan dengan emisi radiasi frekuensi gelombang radio (RF) dari ponsel dan radiasi dari stasiun bumi (*base station*) yang menerima dan memancarkan sinyal. Tingkat pemajanan (*levels of exposure*) di yang ditimbulkan oleh ponsel yang dipegang di dekat kepala atau tempat lain di badan lebih besar dibandingkan dengan pemajanan seluruh badan akibat radiasi stasiun bumi. Terdapat dua macam gangguan kesehatan yang langsung berakibat pada kesehatan manusia sebagai akibat terpajan frekuensi gelombang radio ponsel, yaitu efek termal (pemanasan) karena posisi ponsel dekat bagian badan dan

efek non-termal dari ponsel dan stasiun bumi.¹⁰

Kemungkinan ponsel dapat menyebabkan kanker otak pertama kali muncul di tahun 1993, ketika David Perlmutter, seorang dokter ahli saraf dari Florida melakukan observasi pasiennya dengan tumor otak di lokasi yang sesuai dengan tempat radiasi RF dari antena ponsel yang digunakan. Ia kemudian membuat hipotesis, bahwa penggunaan ponsel merupakan penyebab tumor di otak pasiennya. Dasar dari hipotesis Perlmutter berasal dari studi yang dilakukan oleh Stephen Clery dari Virginia Medical College, Richmond, yang membuktikan bahwa terdapat proliferasi sel-sel tumor yang dibiak *in vitro* setelah terpajan oleh radiasi radio frekuensi.¹⁰

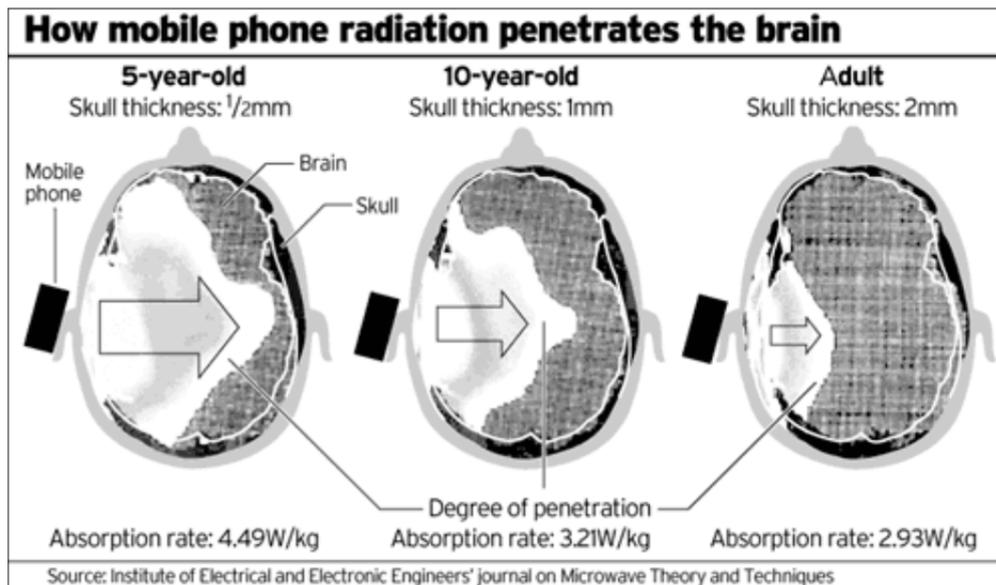
Beberapa hasil penelitian pada tahun 1993 yang dilakukan oleh badan pelaksana Asosiasi Eropa untuk kajian ilmiah dan kajian terbatas bidang komunikasi *wireless* (1993), menyimpulkan bahwa radiasi ponsel tidak menyebabkan kanker otak manusia dan tidak mendorong terjadinya kanker otak manusia. Hasil penelitian tersebut diperkuat dengan dikeluarkannya majalah TWK oleh Dewan Gizi dan Obat Amerika (1993) yang menjelaskan bahwa mereka tidak menemukan suatu indikasi yang dapat menolak adanya kemungkinan timbulnya dampak negatif. Jika bahaya itu memang ada, maka bahaya yang timbul sangat kecil. Tahun 1996 sebuah lembaga independen dari asosiasi internasional untuk perlindungan radiasi menyimpulkan bahwa tidak ada satu bukti pun yang

menunjukkan adanya keterkaitan antara terkena penyakit yang berbahaya semacam kanker dengan terkena gelombang *wireless*, baik itu gelombang yang mengandung radiasi yang dapat diterima atau gelombang yang lebih lemah.²

Penelitian-penelitian mengenai dampak radiasi ponsel terhadap otak manusia masih berlangsung terus untuk mendapatkan bukti-bukti ilmiah yang lebih valid. Beberapa hasil penelitian dikemukakan di bawah ini.

Pada saat menelepon radiasi yang dekat dengan otak bisa memengaruhi sistem otak dan syaraf. Walaupun efeknya relatif kecil seperti pusing, tetapi lama-kelamaan bisa jadi masalah yang serius; dan yang paling mengkhawatirkan, risiko terbesar pemakaian ponsel adalah pada anak-anak. Gambar di bawah ini menunjukkan bagaimana kekuatan radiasi ponsel menembus otak seiring dengan usia (Gambar 1). Di sini jelas terlihat bahwa radiasi elektromagnetik ponsel sangat mudah menembus otak anak-anak dikarenakan perkembangan tulang tengkoraknya yang belum sempurna. Di Kanada, anak-anak di bawah usia 7 – 8 tahun dilarang menggunakan ponsel, kecuali dalam keadaan yang darurat. Remaja juga perlu membatasi penggunaan ponsel kurang dari 10 menit/hari.^{8,9}

Ada penelitian lain mengenai hubungan antara ponsel dan kehilangan memori, karena kepala anak-anak kecil, tengkorak tipis, dan konduktivitas jaringan yang lebih tinggi, maka anak-anak dapat menyerap lebih banyak energi ponsel daripada orang dewasa.¹³



Gambar 1. Radiasi Ponsel Pada Otak Manusia Usia Anak-anak dan Dewasa³

Bila ponsel terlalu lama ditempelkan pada telinga berikut antena yang menyentuh kepala, bisa membuat orang mengalami nyeri kepala dan pening, karena pembuluh darah di leher menyempit sehingga meningkatkan tekanan darah. Penelitian di Jerman menunjukkan bahwa pemaparan radiasi ponsel selama 35 menit menempel pada telinga maka akan meningkatkan tekanan darah 5-10 mmHg. Sebuah hasil penelitian mengungkapkan bahwa pengguna ponsel lebih rentan terhadap kanker otak dibandingkan dengan orang yang tidak pernah menggunakan ponsel sama sekali. Semakin lama menggunakan ponsel semakin besar terkena risiko kanker otak. Hal ini dikarenakan paparan radiasi elektromagnet yang mengenai otak berpengaruh terhadap penurunan produksi serotonin dan melatonin yang dihasilkan oleh kelenjar pineal, dimana hormon ini berperan dalam menekan timbulnya tumor.⁹

Beberapa penelitian yang telah dilakukan mengenai efek elektromagnetik ponsel antara lain Lin *et al* (2001) mengungkapkan rangkai DNA yang merespon emisi medan elektromagnetik, yaitu pada rangkaian 904 *base-pair* (bp) yang terletak antara 353 – 1.257 bp pada promotor onkogen (*cmyc*) yang mengandung 8 rangkaian (nCTCTn). Leszczynski *et al* (2002) menyatakan bahwa radiasi ponsel mampu menginduksi aktivasi protein hsp27 yang mempunyai tiga rangkaian nCTCTn, yang

mampu memfasilitasi perkembangan kanker otak.¹⁴

Penelitian kohort oleh Hardell (2001) memelajari kasus pada 2.561 pasien terdiagnosa tumor otak di Swedia pada tahun 1997 sampai 2000, dimana 1.617 di antaranya masih hidup pada saat penelitian. Tidak adanya perbedaan ditemukan pada pemakaian selama tiga tahun, dibandingkan dengan orang yang tidak menggunakan telepon seluler. Tetapi 50% meningkat pada semua jenis tumor pada pengguna telepon seluler yang menggunakan telepon seluler dua jam per minggu selama lima tahun.¹⁴

Penelitian yang serupa juga dilakukan oleh para ilmuwan di Denmark, Finlandia, Norwegia, Swedia, dan Inggris yang menemukan bahwa orang yang menggunakan ponsel selama lebih dari 10 tahun memiliki risiko terkena *glioma* pada bagian kepala yang sering dipergunakan untuk menelepon. Penggunaan ponsel 10 tahun atau lebih secara signifikan meningkatkan resiko terkena *acoustic neuroma*. Hasil penelitian tersebut diperkuat dengan diumumkannya jurnal pada tahun 2007 dari Dr. Lennart Hardell yang berisi bahwa pengguna ponsel mempunyai risiko terkena *malignant gliomas*, terdapat hubungan antara menggunakan ponsel dengan *acoustic neuromas* tingkat tinggi, tumor otak lebih sering terjadi pada bagian sisi kepala yang sering digunakan untuk menelepon, penggunaan ponsel selama satu jam per hari meningkatkan risiko terkena tumor otak

setelah 10 tahun atau lebih (WHO, 2007). Peneliti dari Israel melaporkan bahwa penggunaan ponsel dalam jangka waktu panjang dapat menyebabkan tumor.²

Dalam kasus pengguna ponsel, efek pemanasan paling sering terjadi di permukaan kepala, menyebabkan suhu naik beberapa derajat. Hal yang paling mengejutkan adalah radiasi ponsel ternyata juga bisa digunakan untuk mematangkan sebutir telur seperti *Microwave*. Untuk membuktikannya dibutuhkan satu butir telur yang diletakkan di antara dua buah ponsel dalam waktu sekitar 65 menit untuk percakapan antara kedua ponsel tersebut. Sekitar 15 menit pertama tidak terjadi apapun pada telur tersebut. Tetapi setelah 25 menit telur mulai hangat, setelah menit kemudian telur mulai panas, dan setelah 65 menit telur menjadi matang. Jika radiasi gelombang mikro yang dipancarkan oleh ponsel tersebut mampu memodifikasikan protein dalam telur itu, maka dapat kita bayangkan apa yang terjadi dengan protein dalam otak kita dan bagian-bagian vital lainnya, ketika kita bicara melalui ponsel.^{4,14}

Suatu penelitian yang dilakukan di Universitas Lund (Swedia) menunjukkan bahwa radiasi yang dipancarkan oleh ponsel dapat memengaruhi fungsi enzim dan protein. Penelitian yang dilakukan terhadap tikus percobaan menunjukkan adanya perubahan biokimia dalam darah tikus, yaitu terjadinya perubahan protein *albumin* yang berfungsi dalam memasok aliran darah ke otak. Professor Leif Salford, seorang peneliti masalah dampak pemakaian ponsel terhadap kesehatan, mengatakan bahwa gelombang mikro yang keluar dari ponsel dapat memicu timbulnya penyakit *Alzheimer* atau kepikunan lebih awal dari usia yang semestinya. *Alzheimer* adalah salah satu penyakit yang menyebabkan menurunnya kemampuan berpikir serta kemampuan mengingat-ingat atau memori, sehingga gejala penyakit *alzheimer* mirip dengan orang tua yang pikun. Menurut Wardhana (2009), walaupun belum terbukti secara langsung bahwa penggunaan ponsel adalah penyebab utama timbulnya penyakit *Alzheimer*, namun menurut Prof. Leif Salford, akibat yang mungkin ditimbulkan oleh radiasi elektromagnetik dari ponsel tidak boleh diabaikan begitu saja, tetapi harus secara cermat diteliti segala kemungkinan yang dapat ditimbulkan oleh pemakaian ponsel. Hal ini sebenarnya disebabkan karena kekhawatiran

manusia berdasarkan pengalaman 80 tahun yang lalu, yaitu pada saat para dokter waktu itu senang menggunakan pesawat sinar-X (alat *Roentgen*) untuk berbagai keperluan diagnosis.⁴

Penutup

Dari uraian diatas mengenai ponsel dan penelitian-penelitian yang sudah dilakukan, masih banyak hal dan aspek yang perlu diteliti lebih lanjut mengenai dampak ponsel bagi kesehatan, khususnya otak. Oleh karena perkembangan teknologi ponsel yang semakin canggih dan semakin banyaknya orang yang menggunakannya dari usia anak-anak hingga dewasa; bahkan semakin lama waktunya orang menggunakan ponsel setiap hari. Mengingat ponsel tidak hanya sebagai sarana komunikasi, tetapi juga menjadi sumber berita dan media transfer data *mobile* yang cepat.

Daftar Pustaka

1. Victorya R.M., Effects of handphone's electromagnetic wave exposure on seminiferous tubules. J Majority | Vol 4 No. 3 | Januari 2015: 96-100
2. Pratomo T.A.B., Achmad R., Regi S., Pengaruh radiasi gelombang elektromagnetik ponsel terhadap gelombang otak pada sampel pria dan wanita sehat usia 17-23 tahun. Universitas Telkom: 11 hlm.
3. Bahteran R., 2013. Analisis klasifikasi ponsel (hp) terhadap paparan radiasi gelombang elektromagnetik. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mataram:13 hlm.
4. Idayati R., Pengaruh Radiasi Handphone Terhadap Kesehatan, Jurnal Kedokteran Syiah Kuala Vol 11 No 2 Agustus 2011:118-23
5. Husain M., Sri N., & Nurul M. Pengaruh Paparan Gelombang Telepon Seluler Terhadap Struktur Histologi Limpa pada Mencit (*Mus musculus*). Jurnal Kedokteran Yarsi 20 (3) : 167-173 (2012):167-73
6. Ganes D.P., Pengaruh pemberian ekstrak kulit buah delima merah (*Punica granatum* L.) terhadap jumlah sel spermatid dan diameter tubulus seminiferus tikus putih (*Rattus*

- norvegicus*) yang dipapar gelombang elektromagnetik ponsel. Skripsi S1 Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret 2010: 52 hlm
7. Noviarini Y., Sri N., & Nurul M. Pengaruh Paparan Gelombang Telepon Seluler terhadap Struktur Histologi Hipokampus pada Mencit (*Mus musculus*). Mutiara Medika Vol. 10 No. 2 Juli 2010: 123-27
 8. Nurahayati I., Pengaruh Radiasi Handphone Terhadap Otak, JKèm-U, Vol. VI, No. 17, 2014:29-32
 9. Sudatri N.W., Dampak buruk radiasi *handphone*
 10. Soerjoasmoro M.A., Telepon seluler: hubungannya dengan kanker otak. J. Kedokteran Trisakti, Vol.19, No.3 Sept-Des 2000: 133-41
 11. Wardhana W.A., Dampak radiasi elektromagnetik ponsel. Elektro Indonesia No 32, Tahun VI, Agustus 2000.
 12. Swamardika I.B.A., Pengaruh radiasi gelombang elektromagnetik terhadap kesehatan manusia, Teknologi Elektro Vol. 8 No.1 Januari - Juni 2009:106-9
 13. Aruna T., Manoj D., and Dinesh B. Effect of mobile phone radiation on brain activity GSM vs CDMA IJSTM Vol. 2, Issue 2, April 2011:1-5 diunduh dari : www.ijstm.com
 14. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/24493/4/Chapter%20II.pdf> BAB II PDF