

LAPORAN PENELITIAN

Pengaruh Paparan Radiasi Telepon Genggam Terhadap Aktivitas Enzim Katalase Kelenjar Parotis *Rattus norvegicus* Strain Wistar

*(The Effect of Handheld Mobile Phone Radiation on Catalase
Activity of *Rattus norvegicus* Wistar's Parotid Gland)*

Yoannita*, Isidora Karsini*, Syamsulina Revianti**

* Sarjana Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hang Tuah

**Penyakit Mulut Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hang Tuah

***Biokimia Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hang Tuah

ABSTRACT

Background: Handheld mobile phones have become a cultural accessory device. Nevertheless, the use mobile phones has given rise to great concern because of possible adverse health effects from exposure to the radiofrequency radiation (RFR) emitted by the device. There have been plenty of researches reportedly establishing the damaging effect of radiofrequency radiation emitted from cell phone on the biological tissues in the body, but only several researches report the effect of handheld mobile phone radiation in oral cavity. **Purpose:** The aim of this experiment was to examine the difference effect of rat parotid gland catalase activity cause by low and high radiation handheld mobile phone. **Material and Methods:** This study was true experimental study with post test only control group design. 72 male Wistar rats, 3 months old, with body weight 200 grams were used in this experiment, divided into 3 major group. Group 1 was negative control group, group 2 was radiated by handheld mobile phone with low radiation, and group 3 was radiated by handheld mobile phone with high radiation 1 hour per day until 7 days, 14 days, and 21 days. Parotid gland catalase activity was measured by spectrophotometer λ 240. Data were analyzed by Kruskal Wallis and Mann-Whitney test. **Result:** Low radiation handheld mobile phone was not altered catalase activity until 7, 14 and 21 days. High radiation handheld mobile phone was not altered catalase activity until 7 and 14, but catalase activity was significantly increase at 21 days. **Conclusion:** Radiation emitted from the high radiation handheld mobile phone until 21 days was able to rise rat parotid gland catalase activity.

Keywords: Mobile phone, ROS, Catalase, Oxidative Stress

Correspondence: Isidora Karsini, Department of Oral Medicine, Faculty of Dentistry, Hang Tuah University, Arief Rahman Hakim 150, Surabaya, Phone 031-5912191, Email: isidora_karsini_doktergigi@yahoo.com

ABSTRAK

Latar belakang: Penggunaan telepon genggam dewasa ini telah menjadi sebuah kebudayaan di kalangan masyarakat, semakin hari penggunaan telepon genggam semakin meningkat dan menimbulkan kecemasan akan efek negatif radiasi frekwensi radio yang dikeluarkan telepon genggam tersebut. Banyak penelitian telah dilakukan dan membuktikan bahwa radiasi frekwensi radio yang dikeluarkan oleh telepon genggam memiliki efek negatif terhadap jaringan tubuh manusia namun sedikit penelitian yang dilakukan mengenai efek negatif terhadap jaringan di rongga mulut dan sekitarnya. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan pengaruh paparan radiasi telepon genggam terhadap aktivitas enzim katalase pada kelenjar parotis *Rattus norvegicus* strain Wistar. **Bahan dan metode:** Penelitian ini menggunakan 72 tikus *Rattus norvegicus* strain Wistar dengan berat rata-rata 200 gram, usia 3 bulan, dan berjenis kelamin laki-laki, kemudian dibagi ke dalam 3 kelompok, kelompok 1 adalah kontrol negatif, kelompok 2 tikus yang diradiasi dengan telepon genggam radiasi rendah, kelompok 3 adalah tikus yang diradiasi dengan telepon genggam radiasi tinggi dengan waktu paparan 1 jam per hari selama 7, 14, dan 21 hari. Aktivitas enzim katalase diukur dengan menggunakan spektrofotometer dengan λ 240. Data dianalisis menggunakan uji Kruskal Wallis dan Mann Whitney. **Hasil:** Paparan radiasi rendah telepon genggam selama 7, 14, dan 21 hari tidak mempengaruhi aktivitas enzim katalase. Radiasi tinggi telepon genggam selama hari ke 7 dan 14 tidak membengaruhi aktivitas enzim katalase, tetapi pada hari ke 21 aktivitas enzim katalase meningkat secara signifikan. **Simpulan:** Radiasi yang dipancarkan telepon genggam radiasi tinggi selama 21 hari dapat meningkatkan aktivitas enzim katalase pada kelenjar parotis tikus.

Kata kunci: Telepon genggam, ROS, Katalase, Stress oksidatif

Korespondensi: Isidora Karsini, Bagian Penyakit Mulut, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Hang Tuah, Arief Rahman Hakim 150, Surabaya, Telepon 031-5912191, Email: isidora_karsini_doktergigi@yahoo.com

PENDAHULUAN

Dewasa ini perkembangan dalam bidang teknologi informasi dan telekomunikasi semakin pesat, lebih dari empat milyar orang di dunia mengenal dan menggunakan telepon genggam yang merupakan media komunikasi yang praktis, mudah, dan cepat. Semula telepon genggam merupakan barang yang dianggap mewah, namun seiring berjalannya waktu telepon genggam kini dapat dimiliki oleh berbagai kalangan masyarakat dengan model dan fitur yang beraneka ragam.¹

Telepon genggam memiliki banyak sisi positif seperti penggunaannya dalam bidang sosial,

ekonomi, politik, pendidikan, keamanan, dan lain-lain, namun masyarakat hingga saat ini belum menyadari mengenai dampak negatif yang ditimbulkan oleh telepon genggam khususnya dalam bidang kesehatan. Penelitian dalam bidang kesehatan yang membahas tentang efek penggunaan telepon genggam masih sangat jarang dilakukan khususnya dalam bidang kesehatan rongga mulut.²

Telepon genggam merupakan sebuah alat telekomunikasi yang memancarkan sinyal menggunakan energi elektromagnetik dalam bentuk radiasi gelombang mikro. Radiasi adalah pemancaran dan perambatan gelombang yang membawa tenaga melalui ruang atau zat, misalnya

pemancaran dan perambatan gelombang elektromagnetik, gelombang bunyi, penyinaran. Dalam pembagiannya, radiasi dibedakan atau di kategorikan menjadi 2 yaitu radiasi ionizing dan non-ionizing. Radiasi telepon genggam merupakan radiasi non ionizing yang merupakan radiasi dengan cukup energi untuk mengeluarkan suatu molekul atau elektron tetapi energi tersebut tidak cukup untuk membentuk suatu komposisi ion yang baru.^{3,4}

Radiasi telepon genggam berkisar antara 900 Mhz 1900 Mhz, bila dibandingkan dengan radiasi yang ditimbulkan oleh SUTET (Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi) yang berkekuatan 500 kV, SUTET tersebut menimbulkan radiasi hanya sebesar 50 Hz. Paparan gelombang mikro elektromagnetik dari telpon genggam dapat menyebabkan kerusakan secara psikologis, perubahan perilaku dan kognitif, pembentukan tumor, bersifat genotoksik dan sitotoksik.⁵

Telepon genggam yang dijual di Indonesia mengikuti ketentuan badan pengawasan telekomunikasi Amerika Serikat, dan dapat dikelompokkan menjadi dua golongan berdasarkan nilai *Specific Absorption Rate (SAR)* yaitu seberapa besar radiasi yang dapat diserap oleh tubuh saat menggunakan telepon genggam. Golongan pertama yaitu telepon genggam dengan nilai SAR) tinggi yang mendekati batas tertinggi radiasi telepon genggam yang ditentukan oleh badan pengawasan telekomunikasi Amerika Serikat, FCC (*Federal Communication Comission*) sebesar 1,6 w/kg dan rendah yaitu dibawah 1 w/kg. Salah satu tipe telepon genggam yang banyak digunakan di Indonesia dan terjual hingga 6,648 juta unit pada tahun 2012 memiliki nilai SAR yang tinggi adalah Blackberry

seperti tipe Blackberry Curve memiliki nilai *Spesific Absorption Rate (SAR)* sebesar 1,58 W/kg dan salah satu contoh telepon genggam dengan SAR yang tergolong rendah dan terjual hingga 6 juta unit pada tahun 2013 adalah telepon genggam Samsung, yaitu Galaxy S4 dengan nilai SAR 0,45W/kg. SAR adalah rerata jumlah radiasi yang dapat diserap oleh tubuh saat menggunakan telepon genggam.^{6,7,8}

Beberapa penelitian yang dilakukan mengenai efek radiasi telepon membuktikan bahwa telepon genggam yang memiliki SAR sebesar 1,04 W/kg pada gelombang 900Mhz dapat merusak lipid yang terdapat dalam tubular ginjal dengan lama radiasi 30 menit selama 7 hari. Penelitian yang lainnya menunjukan adanya kerusakan hemisfer otak kiri tikus wistar dengan radiasi sebesar 2W/kg pada gelombang 900Mhz 1 jam per hari selama 7 hari. Sebuah penelitian population based control study jangka panjang yang dilakukan oleh Karoliska Institute, Swedia dengan rentang waktu 10 tahun dengan sampel 602 laki-laki dewasa dengan rentan usia 20 hingga 29 tahun dan menggunakan telepon genggam selama 10 tahun dengan minimum jam penggunaan sebesar 450 jam membuktikan bahwa adanya koneksi antara penggunaan jangka panjang telepon genggam dengan tumor benign accoustic neuromas.^{9,10}

Penelitian yang lain mengenai efek radiasi telepon genggam yang dilakukan pada tahun 2009 di Universitas Newcastle Australia menunjukan telepon genggam dengan SAR 1 W/kg pada frekwensi 900Mhz selama 16 jam dapat mempengaruhi motilitas serta vitalitas dari sperma. Motilitas sperma menurun dari 86% ke

68% dan vitalitas sperma dari 89% ke 65%. Selain itu juga didapatkan peningkatan *Reactive Oxygen Species* atau ROS dalam sel serta peningkatan fragmentasi DNA.¹¹

Medan magnet yang dipancarkan telepon genggam tidak secara langsung merusak DNA, akan tetapi paparan gelombang mikro elektromagnetik dapat meningkatkan jumlah radikal bebas dalam tubuh, yaitu mempengaruhi keseimbangan *Reactive Oxygen Species* atau ROS dalam sel. Medan magnet dapat meningkatkan jumlah ROS di dalam sel melalui sebuah reaksi yang disebut dengan reaksi Fenton, sebuah reaksi yang dikatalisasi oleh zat besi dan mengkonversikan hidrogen peroksida menjadi radikal hidroksil yang bersifat sitotoksik. Radikal hidroksil dapat memecah makromolekul dalam sel seperti DNA dan mengakibatkan DNA gagal diperbaiki atau karena kerusakannya yang parah bahkan tidak dapat diperbaiki.¹²

Tubuh memiliki mekanisme pertahanan terhadap paparan radikal bebas, salah satunya dengan diproduksinya enzim katalase di dalam sel. Katalase merupakan enzim yang mengandung heme dengan Fe sebagai kofaktornya. Katalase berfungsi sebagai katalisator dismutasi hidrogen peroksida menjadi air dan oksigen. Enzim katalase banyak ditemukan di peroksisom, sitoplasma, mitokondria dan sedikit dalam fraksi sitosol dan mikrosom sel. Jika jumlah ROS yang diterima tubuh tidak seimbang dengan jumlah enzim katalase yang diproduksi maka akan terjadi stress oksidatif sehingga aktivitas enzim katalase juga menurun.^{13,14}

Penelitian efek radiasi mengenai kelenjar parotis telah dilakukan di Swedia oleh institut Karoliska, hasilnya

paparan radiasi telepon genggam tersebut berpotensi mengakibatkan tumor kelenjar parotis.¹⁵

Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan, belum pernah dilakukan penelitian pengaruh paparan radiasi telepon genggam terhadap aktivitas enzim khususnya enzim katalase pada kelenjar parotis, selain itu dari penelitian yang dilakukan selama 7 hari, hasil yang dikemukakan masih menunjukkan kesimpang siuran, berdasarkan permasalahan diatas, penulis ingin melakukan penelitian yang memiliki jangka waktu yang lebih lama dalam pemaparan radiasi telepon genggam selama 7, 14, dan 21 hari terhadap aktivitas enzim katalase pada kelenjar parotis *Rattus norvegicus* strain Wistar jantan .

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini tergolong jenis penelitian *true experimental laboratories*¹⁷ dengan desain penelitian *Post Test Only Control Group Design*. Lokasi penelitian di: 1) Laboratorium Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga Surabaya; 2) Laboratorium Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Hang Tuah Surabaya. Hewan coba menggunakan 72 ekor *Rattus Norvegicus* strain Wistar, dengan kriteria yaitu: kelamin jantan, umur 3 bulan, berat badan 200 gram, sehat fisik.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: mortar, pestle, tabung reaksi, gelas ukur, timbangan digital, masker, *handschoon*, kandang, tempat makan dan minum tikus, timbangan badan tikus, alat pembedahan tikus untuk mengambil bahan uji (scalpel, pinset, gunting bedah, kapas), tabung untuk sampel dan

hasil uji, tabung sentrifuge, mikropipet, spektrofotometer, tabung plastik, dan box es. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buffer, H₂O₂ 60 mM, supernatan, makanan dan minuman standar tikus wistar, eter, PBS (*Phosphate Buffer Saline*) pH 7.

Setelah mempersiapkan tikus sesuai dengan kriteria sampel, tikus diaklimatisasi selama 7 hari, pada hari pertama 72 tikus dibagi menjadi 9 kelompok dan diletakan ke dalam kandang plastik yang masing-masing berisikan 8 tikus dengan ukuran kandang plastik sebesar 40cm x 30cm x 14cm, dibagi kembali menjadi 2 kelompok yaitu kelompok kontrol, kelompok perlakuan yang akan dipapar dengan telepon genggam beradiasi tinggi dan telepon genggam beradiasi rendah. Masing-masing kelompok ditempatkan ke dalam kandang Faraday yang terbuat dari aluminium berukuran 100cm x 65cm x 38cm dan diletakan di tempat yang cukup udara dan cahaya. Setiap tikus dalam setiap kelompok diberi pakan standar dan minum dalam jumlah yang sama selama percobaan berlangsung.¹⁶

Makanan diberikan dengan diletakkan dalam wadah kecil dan diberikan tiap pagi, siang dan malam. Sedangkan minuman diberikan dalam botol 300 ml berisi air. Tikus kelompok X1, X2, X3 dipapar dengan radiasi 0,45 W/kg sedangkan kelompok X4, X5, X6 dipapar dengan radiasi 1,58 W/kg dengan durasi waktu 1 jam. Telepon genggam diletakan di dalam kandang Faraday. Pada hari ke-7, 24 tikus dari kelompok KK1, X1 dan X4 dikorbankan, pada hari ke-14, 24 tikus dari kelompok KK2, X2 dan X5 dikorbankan, pada hari ke-21, 24 tikus dari kelompok KK3, X3 dan X6 dikorbankan dengan menggunakan eter sesuai dosis pada trial, kemudian

dilakukan pengambilan kelenjar parotis. Kelenjar parotis yang telah dikeluarkan dari tubuh tikus ditransportasikan ke laboratorium biokimia Universitas Hang Tuah Surabaya dengan menggunakan tabung berisi PBS pH 7 dan menggunakan box es.

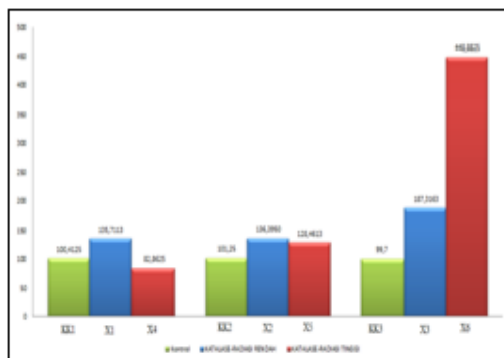
Kelenjar parotis yang telah diambil dari tubuh tikus ditimbang hingga mencapai 100mg, kemudian dihomogenisasi dengan menggunakan mortar dan pestle, kemudian ditambahkan dengan buffer dan disentrifuge 3000rpm selama 10 menit. Dilakukan pengambilan supernatan dan ditambahkan dengan H₂O₂ 60mM dan diamkan selama 5 menit. Pembacaan kadar dilakukan dengan alat spektrofotometer dengan panjang gelombang (λ) 240nm kemudian didapatkan nilai absorbansi. Nilai absorbansi yang ada dimasukkan ke dalam rumus perhitungan aktivitas enzim katalase dan didapatkan hasil akhir berupa nilai aktivitas enzim katalase dengan satuan U/ μ L.

HASIL

Data yang diperoleh dari hasil penelitian ditabulasi dan dianalisis secara deskriptif yang bertujuan untuk memperoleh gambaran distribusi dan peringkasan data guna memperjelas penyajian hasil, kemudian dilakukan uji hipotesis menggunakan statistik analitik dengan taraf signifikansi 95% ($p=0,05$) dengan menggunakan program SPSS versi 21.

Tabel 5.1 Rata-rata dan simpangan baku aktivitas enzim katalase pada kelenjar parotis *Rattus norvegicus strain wistar*

Kelompok	Rata-rata ± Standar deviasi
KK1	100,38 ± 25,612
KK2	101,38 ± 15,574
KK3	99,63 ± 19,712
X1	135,88 ± 80,528
X2	136,88 ± 68,400
X3	187,25 ± 160,08
X4	82,88 ± 79,025
X5	128,38 ± 45,963
X6	448,88 ± 281,90



Gambar 1. Diagram rerata aktivitas katalase kelenjar parotis tikus Wistar

Berdasarkan tabel 5.1 dan gambar 5.1 tampak adanya peningkatan aktivitas enzim katalase pada kelompok paparan telepon genggam radiasi rendah dan tinggi selama 7 & 14, dan 21 hari bila dibandingkan dengan kelompok kontrol.

Tabel 5.2 Hasil uji non parametrik *Kruskal Wallis*

	Sig
Aktivitas enzim katalase	0.005*

Berdasarkan tabel 5.2, didapatkan nilai signifikansi 0,005. Nilai p lebih kecil dari 0,05 menunjukkan bahwa adanya perbedaan aktivitas enzim katalase yang

signifikan, kemudian dilanjutkan dengan uji Mann-Whitney U.

Tabel 5.3 Hasil uji non parametrik *Mann Whitney*

Kelompok	Mean	Kelompok	Mean	p
KK1	100.38	KK2	101.38	0.599
		KK3	99.63	0.674
		X1	135.88	0.293
		X4	136.38	0.059
KK2	101.38	KK3	9.970	0.874
		X2	136.38	0.115
			128.38	0.269
		X5		
KK3	99.63	X3	187,25	0.462
		X6	448,88	0.002*
X1	135.88	X2	136.38	0.916
		X3	187,25	0.699
		X4	136.38	0.141
X2	136.38	X3	187,25	0.753
		X5	128.38	0.753
X3	187,25	X6	448,88	0.036*
X4	82.88	X5	128.38	0.024*
		X6	448,88	0.002*
X5	128.38	X6	448,88	0.012*

Berdasarkan data hasil penelitian diatas didapatkan data aktivitas enzim katalase pada kelenjar parotis dengan uji non parametrik yaitu uji Kruskal-Wallis dengan nilai signifikan 0.005 ($p < 0.05$). Hasil dari uji Kruskal-Wallis menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan, kemudian dilanjutkan dengan uji beda Mann-Whitney U untuk melihat signifikansi data masing-masing kelompok. Berdasarkan uji Mann-Whitney U didapatkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok kontrol yaitu KK1 dengan KK2 dan KK3, KK2 dengan KK3, KK1 dengan X1 dan X4, KK2 dengan X2 dan X5, KK3 dengan X3, kelompok X1 dengan X2, X3, dan X4, kelompok X2 dengan X3 dan X5. Sedangkan antara kelompok KK3 dengan X6, X3 dengan X6, X4 dengan

X5, X4 dengan X6 dan X5 dengan X6 terdapat perbedaan yang signifikan.

PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan pengaruh paparan radiasi telepon genggam terhadap aktivitas enzim katalase pada kelenjar parotis *Rattus norvegicus* strain Wistar. Sampel penelitian adalah tikus Wistar putih (*rattus novergicus* strain wistar) jantan dengan berat badan kurang lebih 200 gram dan berusia 3 bulan. Tikus Wistar dipilih sebagai model hewan coba karena merupakan mamalia yang mempunyai tipe metabolisme sama dengan manusia sehingga hasilnya dapat digeneralisasi pada manusia. Selain itu, penelitian ini menggunakan hewan coba berjenis kelamin jantan karena dasar pertimbangan pada manusia yaitu jika menggunakan tikus berkelamin betina dikhawatirkan tikus tersebut akan mengalami menstruasi dimana terjadi ketidakseimbangan hormon yang akan mempengaruhi hasil penelitian.¹⁸

Telepon genggam merupakan sebuah alat telekomunikasi yang memancarkan radiasi. Radiasi adalah pemancaran dan perambatan gelombang yang membawa tenaga melalui ruang atau zat, misalnya pemancaran dan perambatan gelombang elektromagnetik, gelombang bunyi, penyinaran. Dalam pembagiannya, radiasi dibedakan atau di kategorikan menjadi 2 yaitu radiasi *ionizing* dan *non-ionizing*. Radiasi telepon genggam merupakan radiasi non ionizing yang merupakan radiasi dengan cukup energi untuk mengeluarkan suatu molekul atau elektron tetapi energi tersebut tidak

cukup untuk membentuk suatu komposisi ion yang baru.⁴

ROS merupakan suatu bentuk radikal bebas berupa molekul yang sangat reaktif untuk berikatan, hal ini dikarenakan ROS memiliki satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan, sehingga molekul tersebut menjadi sangat reaktif dalam mencari pasangan elektronnya. Produksi ROS dalam tubuh dapat ditingkatkan oleh telepon genggam yang memancarkan gelombang radio berupa gelombang non ionisasi yang kemudian diterima oleh tubuh yang bertindak sebagai antena parasitik dan diubah menjadi medan magnet berfrekuensi rendah yang dapat meningkatkan produksi ROS (*Reactive Oxygen Species*) dalam sel.¹⁹

Tubuh memiliki suatu mekanisme pertahanan terhadap ROS dengan menggunakan antioksidan. Antioksidan pada umumnya, dapat diklasifikasikan ke dalam tiga kategori utama yaitu enzim seperti SOD, katalase dan glutathion peroksidase, molekul besar seperti ferritin dan albumin, dan molekul kecil seperti glutathion, asam askorbat, betakaroten, metionin dan bilirubin. Jika aktivitas antioksidan dapat meredam ROS maka tidak terjadi kerusakan jaringan, namun sebaliknya bila antioksidan tidak dapat meredap ROS maka dapat terjadi kerusakan jaringan lanjutan.²⁰

Berdasarkan hasil penelitian ini diketahui bahwa tidak terdapat perbedaan aktivitas enzim katalase yang signifikan antara kelompok kontrol dengan perbedaan waktu yaitu 7 hari (KK1), 14 hari (KK2) dan 21 hari (KK3). Hal ini menunjukkan bahwa secara normal enzim katalase memiliki aktivitas untuk meredam ROS yang diproduksi oleh tubuh pada kondisi

fisiologis yaitu pada proses rantai respirasi.²¹

Berdasarkan hasil penelitian ini didapatkan data bahwa tidak ada perbedaan aktivitas enzim katalase yang signifikan antara kelompok paparan telepon genggam radiasi rendah selama 7 hari, 14 hari, dan 21 hari. Hal ini menunjukkan bahwa paparan radiasi yang dihasilkan oleh telepon genggam radiasi rendah yaitu sebesar 0,45 W/Kg selama 7 hari, 14 hari, dan 21 hari dengan durasi 1 jam per hari ternyata tidak menyebabkan peningkatan jumlah ROS di dalam tubuh. Terbukti dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Ferreira pada tahun 2006, radiasi telepon genggam 1,04 W/Kg dengan durasi 1 jam selama 7 hari tidak berpengaruh terhadap peningkatan enzim katalase dalam hati tikus.⁹

Berdasarkan hasil penelitian ini didapatkan data bahwa tidak ada perbedaan aktivitas enzim katalase yang signifikan antara kelompok paparan telepon genggam radiasi tinggi selama 7 hari hingga 14 hari. Sedangkan aktivitas enzim katalase mulai menunjukkan peningkatan yang signifikan pada kelompok paparan telepon genggam radiasi tinggi selama 21 hari. Hal ini menunjukkan bahwa paparan radiasi yang dihasilkan oleh telepon genggam radiasi tinggi yaitu sebesar 1,58 W/Kg selama 21 hari dengan durasi 1 jam per hari ternyata menyebabkan peningkatan jumlah ROS di dalam tubuh. Peningkatan jumlah ROS akibat paparan radiasi telepon genggam disebabkan oleh medan magnet dapat meninduksi produksi ROS di dalam sel melalui sebuah reaksi yang disebut dengan reaksi Fenton. Reaksi Fenton merupakan reaksi yang dikatalisasi oleh besi, hidrogen peroksida yang merupakan produk dari

reaksi oksidatif pernapasan di mitokondria dikonversikan menjadi radikal hidroksil. Radikal hidroksil merupakan molekul yang sangat poten dan bersifat sitotoksik.¹²

Katalase merupakan hemoprotein yang mengandung 4 gugus heme. Di samping mempunyai aktivitas peroksidase, enzim katalase mampu menggunakan satu molekul hidrogen peroksida sebagai substrat atau donor elektron dan molekul hidrogen peroksida yang lain sebagai oksidan atau akseptor elektron. Enzim katalase diproduksi pada peroksisom hampir pada semua sel aerobik. Katalase diproduksi oleh peroksisom untuk melindungi sel dari efek toksik hidrogen peroksida dengan cara mengkatalisasi dekomposisi hidrogen peroksidase menjadi oksigen dan air. Monomer katalase tersusun atas rantai asam amino polipeptida. Protein memiliki suatu komponen aktif yang terdiri atas saluran yang dapat menjadi jalur difusi bagi hidrogen peroksida.^{21,22}

Peroksisom terdapat pada semua sel hewan dan tumbuhan. Dilihat dari ukuran besarnya dan seringnya terdapat dalam sel, organel ini menyerupai lisosom. Peroksisom dikelilingi oleh suatu membran sederhana dan tidak mengandung DNA maupun ribosom. Peroksisom mengandung enzim untuk mengoksidasi, bersama dengan oksigen menghasilkan hidrogen peroksida, serta beberapa enzim lain yang menggunakan hidrogen peroksida sebagai zat pengoksidasi dan yang menghancurkannya. Enzim yang paling sering dijumpai pada peroksisom adalah enzim katalase. Hidrogen peroksida yang dihasilkan oleh enzim-enzim lain pada peroksisom bersifat racun. Melalui pembentukan radikal

bebas, hidrogen peroksida dapat menghancurkan lipid membran dan menyerang asam nukleat. Katalase pada peroksisom sangatlah penting fungsinya sebagai antioksidan, katalase tidak hanya dapat mereduksi hidrogen peroksida tetapi juga menggunakan hidrogen peroksida sebagai zat pengoksidasi. Katalase juga memiliki kemampuan untuk menginaktivasi kembali hidrogen peroksida. Hal ini dapat menggambarkan adanya kondisi yang harus diatasi oleh katalase dalam kelenjar parotis. Enzim Katalase bekerja sama dengan enzim Glutation Peroksidase dalam mengatasi hidrogen peroksida. Pada saat hidrogen peroksidase di dalam sel meningkat maka katalase lebih berperan dalam penguraian hidrogen peroksida.²³

SIMPULAN

Perbedaan pengaruh paparan radiasi telepon genggam terhadap aktivitas enzim katalase pada kelenjar parotis *Rattus norvegicus strain Wistar* secara rinci disimpulkan sebagai berikut:

- Paparan radiasi rendah telepon genggam selama 7 hari tidak mempengaruhi aktivitas enzim katalase pada kelenjar parotis *Rattus norvegicus strain Wistar*.
- Paparan radiasi rendah telepon genggam selama 14 hari tidak mempengaruhi aktivitas enzim katalase pada kelenjar parotis *Rattus norvegicus strain Wistar*.
- Paparan radiasi rendah telepon genggam selama 21 hari tidak mempengaruhi aktivitas enzim katalase pada kelenjar parotis *Rattus norvegicus strain Wistar*.
- Paparan radiasi tinggi telepon genggam selama 7 hari tidak

mempengaruhi aktivitas enzim katalase pada kelenjar parotis *Rattus norvegicus strain Wistar*.

- Paparan radiasi tinggi telepon genggam selama 14 hari berpengaruh terhadap aktivitas enzim katalase pada kelenjar parotis *Rattus norvegicus strain Wistar*.
- Paparan radiasi tinggi telepon genggam selama 21 hari berpengaruh terhadap aktivitas enzim katalase pada kelenjar parotis *Rattus norvegicus strain Wistar*.

DAFTAR PUSTAKA

- Anies. Cepat Tua Akibat Radiasi? Pengaruh Radiasi Elektromagnetik Ponsel dan Berbagai Peralatan Elektronik. Elex Media Komputindo; 2009. Hlm. xiii-xi, 2-1.
- Fadhillah. Fenomena Penggunaan HP di Era Informasi bagi Keberadaan Manusia: Suatu Refleksi Filosofis Berdasarkan Pemikiran Heidegger tentang Being and Time. Jurnal Madani 2008; Edisi I: 41-40.
- Fall. Cell Phone Radiation Curriculum for Online Course; 2009. Available from <http://ilabcentral.org>. Diakses 10 Juli 2013.
- Adi D. Karakteristik dan Sifat Radiasi Ionizing dan Non Ionizing. Spark Institute; 2014. Available from http://www.academia.edu/5512225/KARAKTERISTIK_DAN_SIFAT_RADIASI_IONIZING_DAN_NON
- Gokce S. Effects of Hyperbaric Oxygen during Experimental Tooth Movement. The Angle Orthodontist 2008; 78(2).
- Trevor M, Neil S, dan Jennifer K. Electromagnetic Fields From Mobile Phone: Recent Development. Lloyd's Emerging Risk; 2010. P.13-1.
- Procon Organization. Top 10 Highest and Lowest Radiation Cell Phone. Procon a non profit public charity organization; 2013. Available from http://cellphones.procon.org/view_resource.php?resourceID=003054. Diakses 10 Juli 2013.
- Noor A. Blackberry Gemini Masuk Indonesia. Detik News; 2010. Available

- from
<http://inet.detik.com/read/2012/04/24/184101/1900594/317/blackberry-davis-masuk-indonesia-gemini-turun-harga>.
9. Hestya R. Samsung Galaxy S4 Terjual 40 Juta Unit; 2013. Available from <http://www.tempo.co/read/news/2013/10/26/072524865/Samsung-Galaxy-S4-Terjual-40-Juta-Unit>.
 10. Ferreira A, *et al.* Ultra High Frequency-Electromagnetic Field Irradiation During Pregnancy Leads to an Increase in Erythrocytes Micronuclei Incidence in Rat Offspring 2006; 1: 8-1.
 11. Lons S, Ahlbom A, Hall P, dan Feychting M. Mobile Phone Use and Risk of Acoustic Neuromas 2004; 15: 653.
 12. Dirckx JH. Hyperbaric Oxygen Therapy. published by Health Professions Institute; 2009.
 13. Lullis D, Newey RJ, King BV, Aitken RJ. Mobile phone radiation induces reactive oxygen species production and DNA damage in human spermatozoa in vitro. PLoS One 2009; 4: 6-4.
 14. Phillips, Singh, Lai. Electromagnetic Fields and DNA Damage. Pathophysiology Elsevier Journal 2009; 16: 88-79.
 15. Mark H. Post Oxidative Stress. Haworth Press; 2000. P. 135-134.
 16. Winarsi H. Antioksidan Alami dan Radikal Bebas. Yogyakarta: Kanisius; 2007. Hlm. 100-96.
 17. Frumkin H. Environmental Health: From Global to Local. Wiley; 2010. P. 16-15.
 18. Piazza. Phone Radiation May Effect Sperm. Vanderbilt University; 2008. Available from <http://healthpsych.psy.vanderbilt.edu/2008/Cellphonehealth.htm>. Diakses 9 Juli 2013.
 19. Sudibyo. Statistik Penelitian Aplikasi Penelitian di Bidang Kesehatan. Universitas Negeri Surabaya: University Press; 2009. Hlm. 96.
 20. Kusumawati I. Antioxidant and Photoprotective Activity of Quercetin In a Liposome and Free Form. Journal of Chemistry Universitas Diponegoro 2004; 40: 3-2.
 21. Carlos M dan Pablo C. Modulation of Hydrogen Peroxide Production in Cellular Systems By Low Level Magnetic Fields. Plos One Journal 2011; 3-1.
 22. Nurhayati. Patobiologi Molekuler Kanker. Salemba Medika; 2004. Hlm. 37-36.
 23. Murray K, Granner D, Mayes P, Rodwell V. Harper's Biochemistry Edisi 25. Jakarta: EGC; 2003. Hlm. 329-321.
 24. Marcey D. 2H₂O₂ Oxydoreductase.; 2011. Available <http://www.clunet.edu/BioDev/omm/catalog/cat1.htm>. Diakses 10 November 2013.
 25. Koolman J dan Rohm K. Atlas Berwarna dan Teks Biokimia. Hipokrates; 2001. Hlm. 199-198.