

## **Pengaruh Pemberian Kombinasi Zinc dan Tomat (*Solanum Lycopersicum L*) terhadap Hepar Akibat Stres yang Terpapar Gelombang Elektromagnetik Ponsel** **Neza Ukhalima Hafia Sudrajat<sup>1</sup>, Widya Pebryanti Manurung<sup>1</sup>, Tarrinni Inastyarikusuma<sup>1</sup>, Rizki Hanriko<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

<sup>2</sup>Bagian Patologi Anatomi, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

### **Abstrak**

Paparan radiasi gelombang elektromagnetik ponsel dapat mengakibatkan stres oksidatif karena terjadinya perubahan keseimbangan kadar radikal bebas dalam tubuh. Stres oksidatif akan meningkatkan produksi *Reactive Oxygen Species* (ROS) seperti *Malondialdehyde* (MDA) dan menurunkan aktivitas *Superoksida Dismutase* (SOD), *Catalase* (CAT), dan *Gluthathion Peroksidase* (GPx). Stres oksidatif akan merusak sel dan komponennya sehingga terjadi gangguan fungsi sel atau kerusakan sel pada organ tubuh, salah satunya adalah sel hepar sehingga terjadi perubahan histologi hepar. Stres oksidatif dapat dicegah ataupun dikurangi dengan asupan antioksidan yang cukup. Antioksidan merupakan agen protektif yang menonaktifkan ROS sehingga secara signifikan dapat mencegah kerusakan oksidatif. Pemberian zinc dan tomat (*Solanum lycopersicum L*) sebagai antioksidan dapat mencegah ketidakseimbangan antara ROS dan *Total Antioxidant Capacity* (TAC). Zinc terbukti dapat mengganti logam transisi ( $Fe^{2+}$  atau  $Cu^{2+}$ ) dan menginduksi terbentuknya protein sehingga dapat menetralkan ROS. Zinc juga dapat menurunkan biomarker stres oksidatif dan sitokin inflamasi sehingga sangat efektif dalam menurunkan ROS. Likopen dalam tomat dapat meningkatkan kadar karotenoid dalam darah dan mencegah kerusakan DNA sehingga dapat memperbaiki gambaran histologi hepar.

**Kata kunci:** gelombang elektromagnetik, hepar, tomat, zinc

## **The Effect of The Combination of Zinc and Tomatoes (*Solanum Lycopersicum L*) on The Liver Because of Stress that is Caused by Handphone Electromagnetic Waves Exposure**

### **Abstract**

Exposure of mobile phone electromagnetic waves can cause oxidative stress because of imbalance of free radical level in the body. Oxidative stress will increase *Reactive Oxygen Species* (ROS) production such as *Malondialdehyde* (MDA) and decrease activity of *Superoksida Dismutase* (SOD), *Catalase* (CAT), and *Gluthathion Peroksidase* (GPx). Oxidative stress that will lead to damage of cells and its component so cell disfunction or cell damage is happened in the body, one of them is hepar cell, so it can changes in histopathological features of hepar. Oxidative stress can be prevented or reduced with adequate antioxidant intake. Antioxidant is protective agent that deactivates ROS so can significantly prevent oxidative damage. Giving zinc and tomato (*Solanum lycopersicum L*) have efficacy as antioxidant can prevent imbalance between ROS and *Total Antioxidant Capacity* (TAC). Zinc is proved can replace transition metal ( $Fe^{2+}$  atau  $Cu^{2+}$ ) and induce protein forming so that can neutralize ROS. Zinc also can decrease oxidative stress biomarker and inflammation cytokine so very effective decrease ROS. Lycopene in tomato can increase carotenoid level in blood and prevent DNA damage so that can fix histopathological features of hepar

**Keywords:** electromagnetic waves, hepar, tomatoes, zinc

Korespondensi: Neza ukhalima hafia sudrajat, alamat: Jl. Soemantri Brodjonegoro No. 1, No. HP: 082279822408, e-mail: [nezaukhalima@gmail.com](mailto:nezaukhalima@gmail.com)

### **Pendahuluan**

Stres merupakan permasalahan yang sering terjadi di kehidupan sehari-hari.<sup>1</sup> Beberapa hal dapat menyebabkan stres, salah satunya adalah gelombang elektromagnetik ponsel. Penggunaan ponsel yang semakin tinggi membuat para pengguna harus lebih mencermati efek samping terhadap kesehatan terutama adalah paparan radiasi gelombang elektromagnetik yang digunakan sebagai media transfer data.<sup>2</sup>

Paparan radiasi gelombang elektromagnetik ponsel menyebabkan stres oksidatif karena terjadinya perubahan keseimbangan kadar radikal bebas. Stres oksidatif akan merusak sel dan komponennya sehingga terjadi gangguan fungsi sel yaitu kerusakan sel

pada organ tubuh, salah satunya adalah sel pada hepar.<sup>3,4</sup>

Pemaparan gelombang elektromagnetik yang dilakukan setiap hari dapat merubah morfologi dari sel hepatosit berupa gambaran inflamasi, serta memperlihatkan peningkatan *Alanine Aminotransferase* (ALT) dan *Aspartate Aminotransferase* (AST) pada serum hepar dan lien serta 3 peningkatan hasil *Malondialdehyde* (MDA).<sup>5,6</sup> Stres oksidatif akan meningkatkan produksi *Reactive Oxygen Species* (ROS) seperti MDA dan menurunkan aktivitas *Superoksida Dismutase* (SOD), *Catalase* (CAT), dan *Gluthathion Peroksidase* (GPx).<sup>2,7</sup>

Berbagai usaha dilakukan untuk meningkatkan pertahanan tubuh terutama organ hepar. Stres oksidatif dapat dicegah ataupun dikurangi dengan asupan antioksidan yang cukup.

Antioksidan merupakan agen protektif yang menonaktifkan ROS sehingga secara signifikan dapat mencegah kerusakan oksidatif. Antioksidan secara alami berada dalam sel manusia (endogen), diantaranya adalah SOD, CAT, dan GPx.<sup>8</sup>

Sedangkan antioksidan eksogen yang berasal dari makanan sehari-hari, seperti vitamin-vitamin (vitamin C, vitamin E,  $\beta$ -karoten) dan senyawa fitokimia (karotenoid, isoflavon, saponin, polifenol). Kecenderungan masyarakat saat ini adalah memilih untuk mengonsumsi bahan-bahan alami seperti buah dan sayur yang banyak mengandung vitamin A, C, dan E sebagai antioksidan.<sup>8,9</sup>

Bahan alami yang dapat berfungsi sebagai antioksidan salah satunya yaitu buah tomat. Tomat mengandung vitamin C, Vitamin E, provitamin A karoten, zinc, zat besi, kalsium, dan komponen *phenolic flavonoids* dan *phenolic acids*. Kandungan utama tomat adalah likopen. Likopen termasuk senyawa karotenoid yang memberikan warna merah pada tomat.<sup>8,9</sup>

Selain tomat, antioksidan lain adalah zinc. Zinc merupakan mineral mikro yang berfungsi sebagai antioksidan yang melindungi tubuh dari serangan radikal bebas sehingga dapat mencegah kerusakan oksidatif. Zinc dibutuhkan oleh setiap sel, jaringan, dan organ. Zinc berpengaruh terhadap perbaikan sel dan penyembuhan luka.<sup>10</sup>

## Isi

Gelombang elektromagnetik terbentuk dari perubahan medan magnetik dan medan listrik yang bergetar. Spektrum gelombang elektromagnetik terdiri dari radiasi pengion dan non-pengion. Radiasi pengion memiliki frekuensi tinggi yang mempunyai cukup energi untuk memindahkan elektron dari atom atau molekul. Gelombang ini dapat merusak struktur sel ditubuh bahkan struktur *Deoxyribonucleid Acid* (DNA). Sedangkan Radiasi non-pengion frekuensinya rendah sehingga tidak mempunyai cukup energi untuk memindahkan elektron dari atom atau molekul.<sup>11</sup>

Radiasi non-pengion dapat dibedakan berdasarkan frekuensinya, yaitu frekuensi sangat rendah *Extremely Low frequency* (ELF), frekuensi menengah *Intermediate Frequency* (IF), dan frekuensi radio *Radio Frequency* (RF). RF berada pada frekuensi 100 kHz hingga 300 GHz. Sumber radiasi RF adalah radio, televisi, radar, dan telepon seluler.<sup>12</sup>

Efek paparan gelombang elektromagnetik dapat berdampak buruk pada kesehatan yaitu menyebabkan kerusakan yang bersifat kerusakan termal dan non-termal. Kerusakan tergantung dari nilai *Specific Absorption Rate* (SAR). SAR merupakan ukuran dari jumlah energi yang

terserap oleh tubuh ketika terpapar RF saat telepon seluler digunakan. Semakin tinggi nilai SAR semakin tinggi radiasi yang diterima oleh tubuh. Kerusakan termal kurang memungkinkan terjadi karena efek akan timbul jika nilai SAR sebesar 4,0 W/Kg bahkan lebih di setiap individu yang berbeda.<sup>13</sup>

Gelombang elektromagnetik dapat merusak membran lipid melalui pengeluaran ROS (*Reactive Oxygen Species*). Membran lipid yang rusak dapat menyebabkan gangguan keseimbangan  $Na^+/K^+$  dan penurunan *Adenosine Triphosphate* (ATP) serta aktifitas enzim. Contoh ROS adalah *anion superoksida* ( $O_2^-$ ), *hydrogen peroksida* ( $H_2O_2$ ), *hydroxylradical* (HO), *peroxyl radicals* (ROO), dan *singlet oxygen* ( $O_2$ ). ROS akan merusak membran mitokondria dan menyebabkan penurunan ATP, kemudian menyebabkan terjadinya *effluks* ion potassium sehingga menyebabkan peningkatan ion sodium intraseluler sehingga sel terlihat membesar dan keruh, ini disebut sebagai degenerasi bengkak keruh.<sup>14,15</sup>

Ponsel merupakan kebutuhan primer bagi masyarakat di zaman modern ini. Masyarakat paling sering menggunakan sistem *Global System for Mobile Communications* (GSM) dan *Code Division Multiple Access* (CDMA). CDMA menggunakan frekuensi 450 *Megahertz* (MHz), 800 MHz, dan 1900 MHz. Sedangkan, GSM merupakan jaringan telepon utama di dunia yang beroperasi pada RF-EMW 900 MHz dan 1800 MHz.<sup>16</sup>

Sifat elektris dari tubuh manusia seperti permitivitas dan konduktivitas mampu menerima dan menginduksi medan elektrik dari bagian tertentu di dalam jaringan walaupun kadar energi yang rendah dari radiasi non-ionisasi tidak bisa memecah ikatan kovalen pada molekul biologis. Pada dasarnya ponsel merupakan gelombang radio yang memiliki frekuensi paling rendah atau panjang gelombang paling panjang.<sup>17,18,19</sup>

Gelombang elektromagnetik ponsel sebagian besar tidak terlihat oleh jaringan biologis manusia dan tidak menyebabkan kerusakan secara langsung melainkan dapat memicu respon biokimia dalam sel. Tubuh kita dapat mengenali gelombang pembawa informasi tersebut sebagai “penginvasi” sehingga terjadi reaksi di tempat pelindung biokimia. Reaksi tersebut merubah bentuk fisiologis tubuh berupa masalah biologis yaitu menumpuknya radikal bebas intraseluler, meningkatnya resiko kebocoran sawar darah otak dan kejadian tumor, dan mengakibatkan kerusakan genetik. Efek tersebut biasanya terjadi dalam waktu jangka panjang.<sup>20</sup>

Masalah kesehatan yang ditimbulkan paparan gelombang elektromagnetik ponsel dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu polarisasi medan elektronik, frekuensi, panjang gelombang, dan jarak antara radiasi gelombang elektromagnetik ponsel dengan tubuh. Efek samping dari radiasi gelombang elektromagnetik sering timbul akibat kebiasaan meletakkan ponsel yang kurang diperhatikan. Meletakkan ponsel di saku celana atau ikat pinggang dapat mengganggu sistem reproduksi. Sedangkan, bila meletakkan di saku baju depan bagian samping maka dapat mempengaruhi kesehatan jantung, hepar, pankreas, dan usus.<sup>13</sup>

Paparan gelombang elektromagnetik ponsel dapat mengakibatkan stres. Akibat dari paparan tersebut, terjadi ketidakseimbangan antara kadar radikal bebas dan antioksidan tubuh yang menyebabkan stres oksidatif. Pada saat terjadi stres oksidatif, produksi ROS meningkat dan kontrol protektif tidak akan mencukupi sehingga memicu kerusakan oksidatif. Pada keadaan normal, aktivitas ROS dalam tubuh dikendalikan oleh sistem antioksidan tubuh.<sup>21,22,23</sup>

Radikal bebas merupakan molekul yang mempunyai satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan di lapisan luarnya sehingga relatif tidak stabil. Molekul yang bersifat reaktif tersebut mencari pasangan elektronnya sehingga disebut juga sebagai ROS yaitu dengan mengambil dari sel tubuh lain. ROS dapat mengakibatkan difusi sel akibat pengambilan elektron dari komponen lipid, protein, dan DNA. Saat sel tubuh kehilangan elektronnya, maka sel tersebut juga akan menjadi radikal bebas yang akan memulai rangkaian proses serupa berikutnya. Hal ini akan berujung pada kerusakan sel.<sup>21</sup>

ROS merupakan oksidan yang sangat reaktif. Aktivitasnya yang tidak normal dapat merusak komponen sel yang sangat penting untuk mempertahankan integritas sel. Setiap ROS yang terbentuk dapat memulai suatu reaksi berantai yang terus berlanjut sampai ROS itu dihilangkan oleh ROS yang lain atau sistem antioksidannya.<sup>22</sup>

ROS terbentuk melalui metabolisme pada mitokondria sel. Pembentukan ROS secara endogen melibatkan berbagai sel inflamasi seperti netrofil/polimorfonuklear (PMNs), eosinofil, makrofag alveolar dan sel epitel. Proses terbentuknya ROS bermula dari oksigen yang akan berinteraksi dengan beberapa enzim terutama Nikotinamida Adenosin Dinukleotida Hidrogen/Nikotinamida Adenosin Dinukleotida Fosfat Hidrogen (NADH/NADPH oksidase) membentuk superoksida anion, lalu superoksida anion akan berinteraksi dengan enzim

superoksida dismutase membentuk hidrogen peroksida dan selanjutnya hidrogen peroksida melalui reaksi fenton membentuk gugus hidroksil.<sup>24</sup>

Menurut Halliwell pada tahun 1991 Aktivitas antioksidan di dalam tubuh merupakan suatu kesatuan sistem yang saling terkait dan saling mempengaruhi. Kekurangan salah satu komponen dari *Superoksida Dismutase (SOD)*, *Catalase (CAT)*, dan *Glutathion Peroksidase (GPx)* dapat menyebabkan terjadinya penurunan status antioksidan secara menyeluruh atau *Total Antioxidant Capacity (TAC)* dan mengakibatkan perlindungan terhadap serangan ROS menjadi lemah.<sup>22</sup>

Hepar adalah kelenjar yang terbesar pada manusia dan organ terbesar setelah kulit dengan berat 1500 gram serta mencakup 2,5% berat tubuh orang dewasa. Hepar mengisi hampir semua hipokondrium kanan dan epigastrium. Hepar memanjang ke dalam hipokondrium kiri, di sebelah inferior diaphragma, yang memisahkannya dengan pleura, paru, perikondrium, dan jantung. Hepar berfungsi untuk metabolisme lemak, menyimpan glikogen, dan menyekresi empedu.<sup>25</sup>

Hati tersusun dari beberapa unit struktural dan fungsional berbentuk heksagonal yang disebut lobulus hati. Pada pusat setiap lobulus terdapat sebuah vena sentral yang dikelilingi sel hati atau hepatosit dan sinusoid yang tersusun secara radial. Hepatosit meliputi hampir 60% sel hati. Sel hepatosit berbentuk *polyhedral* dengan enam atau lebih permukaan, diameter 20-30  $\mu\text{m}$ , dan sitoplasma bersifat eosinofilik. Inti sel besar, berbentuk *spherical*, terletak sentralis dengan anak inti yang jelas dan banyak diantaranya yang berinti ganda.<sup>26</sup>

Hepar memiliki fungsi yang vital dalam kehidupan manusia, salah satunya dalam hal metabolisme. Hepar mempunyai peranan penting dalam metabolisme karbohidrat, protein, dan lemak, yang dibawa ke hepar melalui vena porta setelah di absorpsi oleh vili usus halus.<sup>27</sup>

Sel hepatosit dapat menyimpan trigliserida, menguraikan asam lemak untuk mendapatkan *Adenosine Triphosphate (ATP)*, mensintesis lipoprotein sebagai alat transport asam lemak, trigliserid, dan kolesterol. Hepar dapat mendetoksifikasi zat-zat endogen dan eksogen. Contoh zat eksogen seperti obat-obatan barbiturat, penisilin, eritromisin, sulfonamid, dan beberapa obat sedatif. Hepar yang sakit tidak dapat mengatasi efek toksik dari obat-obat tersebut.<sup>28</sup>

Pada penelitian Meo *et al.* (2010)<sup>5</sup>, pemaparan gelombang elektromagnetik selama 30 menit yang dilakukan setiap hari dalam waktu 3 bulan didapatkan perubahan morfologi dari

hepatosit berupa gambaran inflamasi. Penelitian Li *et al.* (2015)<sup>6</sup>, tikus yang terpapar gelombang elektromagnetik selama 10 minggu memperlihatkan peningkatan *Alanine Aminotransferase* (ALT) dan *Aspartate Aminotransferase* (AST) pada serum hepar dan lien serta 3 peningkatan hasil *Malondialdehyde* (MDA).

Zinc merupakan mineral esensial yang dibutuhkan dalam jumlah sangat kecil untuk pemeliharaan metabolisme tubuh yang optimal. Zinc dibutuhkan oleh setiap sel, jaringan, dan organ. Zinc berpengaruh terhadap perbaikan sel dan penyembuhan luka. Zinc merupakan mineral pelindung yang bersifat alamiah sebagai antioksidan. Antioksidan tersebut dapat mencegah terjadinya kerusakan sel akibat radikal bebas. Zinc mempunyai dua mekanisme antioksidan, yaitu kemampuan mengganti logam transisi ( $Fe^{2+}$  atau  $Cu^{2+}$ ) dan menginduksi terbentuknya protein yang dapat menetralkan ROS.<sup>10,21,24</sup>

Ikatan stabil zinc dengan protein menyebabkan perlunya aktivitas substansial dalam pencernaan agar zinc dapat terlepas dan dapat mudah diserap tubuh. Sumber makanan dan minuman yang mengandung zinc dapat kita temukan pada makanan sehari-hari. Banyak faktor yang harus diperhitungkan dalam menilai banyaknya zinc yang dibutuhkan seseorang. Dosis zinc yang direkomendasikan untuk bayi sampai 1 tahun adalah 3-5 mg, anak-anak 1-10 tahun adalah 10 mg, dan untuk dewasa adalah 15 mg.<sup>24</sup>

Absorpsi zinc dipengaruhi oleh kadarnya dalam makanan dan zat penghambat dalam absorpsi. Absorpsi zinc pada orang sehat bervariasi yaitu 2-41% tergantung dari jenis makanan. Absorpsi tinggi berasal dari daging, susu, dan produk kacang kedelai, sedangkan yang rendah terdapat pada makanan yang mengandung sereal. Sebagian besar absorpsi zinc terjadi di duodenum dan jejunum bagian proksimal. Zinc yang berasal dari luar di dalam usus bercampur dengan zinc dari sekresi pankreas dan hasil deskuamasi usus. Zinc mengalami uptake oleh sel usus kemudian melewati permukaan serosa lalu disekresikan ke dalam sirkulasi portal secara aktif dan zinc akan terikat dengan albumin.<sup>24</sup>

Selain zinc, antioksidan juga terdapat pada buah tomat. Tomat mudah ditemukan di kehidupan sehari-hari dan sering dimanfaatkan untuk berbagai bahan industri, misalnya; sambal, saus, minuman jamu, dan kosmetik. Kandungan gizi buah tomat tergolong lengkap sehingga sebagian masyarakat menggunakan buah tomat untuk terapi pengobatan karena mengandung senyawa karotenoid.<sup>29,30</sup>

Tomat mengandung vitamin C, Vitamin E, provitamin A karoten, zinc, zat besi, kalsium, dan komponen *phenolic flavonoids* dan *phenolic acids* serta senyawa karotenoid. Senyawa karotenoid pada tomat adalah likopen yang merupakan pigmen karotenoid utama pada tomat yang menyebabkan warna merah. Likopen dibutuhkan oleh tubuh sebagai salah satu antioksidan. Antioksidan dapat berinteraksi dengan ROS seperti  $H_2O_2$  dan  $NO_2$ . Likopen mampu melawan kerusakan sel-sel tubuh akibat serangan radikal bebas di dalam aliran darah dengan mengurangi efek toksik dari ROS. Mengonsumsi likopen dapat meningkatkan kadar karotenoid dalam darah dan mencegah kerusakan DNA limfosit sehingga meningkatkan resistensi terhadap tekanan oksidatif. Oleh karena itu, terjadi penurunan resiko terhadap berbagai penyakit akibat ROS.<sup>31,32</sup>

Likopen adalah salah satu antioksidan paling potensial, merupakan suatu hidrokarbon tak jenuh tinggi dengan 11 ikatan rangkap konjugasi dan ikatan rangkap tak konjugasi. Likopen mengalami isomerisasi *cis-trans* yang dipengaruhi oleh energi, suhu, cahaya, dan reaksi kimia. Likopen berada dalam bentuk paling stabil secara termodinamika yaitu dalam bentuk *all-trans*. Kerja likopen sebagai antioksidan dipengaruhi oleh konsentrasi, bioavailabilitas, dan interaksi dengan antioksidan lain.<sup>31,32</sup>

Produk tomat yang diolah dari pemanasan berupa tomat rebus dan saus tomat ternyata memberikan kontribusi likopen enam kali lipat dibandingkan dengan buah tomat utuh dan segar. Likopen juga terkandung pada buah-buahan berwarna merah seperti semangka, anggur merah, jambu merah, dan pepaya.<sup>31</sup>

Likopen tidak diproduksi oleh tubuh sehingga hanya didapatkan dari diet. Bioavailabilitas likopen dapat dipengaruhi oleh proses pengolahan makanan, pemasakan, dan komponen lain di dalam makanan seperti lemak dan serat, serta faktor-faktor fisiologik dan genetik pada individu dalam mengontrol proses cerna dan absorpsi. Bukti epidemiologis menunjukkan bahwa individu dengan diet yang banyak mengandung antioksidan, vitamin C, dan vitamin E memiliki resiko lebih rendah terkena penyakit akibat ROS, dibandingkan yang tidak.<sup>8</sup>

Proses penyerapan likopen dalam tubuh terjadi bersamaan dengan lemak. Likopen dicerna oleh enzim lipase pankreas di dalam duodenum dan diemulsi garam empedu. Misel yang mengandung likopen masuk ke dalam darah melalui sistem limfatik. Awalnya dalam *Very Low Density Lipoprotein* (VLDL) kemudian ke dalam *Low Density Lipoprotein* (LDL) dan *High Density*

*Lipoprotein* (HDL). Pada hati likopen terdistribusi terbanyak ketiga setelah testis dan kelenjar adrenal sebesar 1,28-5,72 Nmol/g berat basah. Penelitian mengenai pengaruh likopen sebagai antioksidan terhadap testis dan adrenal sudah sering dilakukan. Sedangkan, penelitian mengenai pengaruh likopen terhadap hati belum banyak diteliti.<sup>33</sup>

Menurut penelitian Elbaz,<sup>34</sup> yang dilakukan dengan memaparkan gelombang elektromagnetik dengan frekuensi 50Hz selama 21 hari secara terus menerus yang menunjukkan gambaran steatosis berat, degenerasi difus, dan nekrosis pada hepatosit, serta proliferasi jaringan fibrosa dengan infiltrasi sel inflamasi dalam area porta. Pemaparan secara terus-menerus menyebabkan paparan terakumulasi menjadi tinggi sehingga terjadi kerusakan hepatosit yang berat.

Pada penelitian Topal,<sup>35</sup> yang dilakukan pemaparan gelombang elektromagnetik dengan frekuensi 900 MHz setiap 1 jam/hari pada waktu yang sama di hari kehamilan 13- 21 hari menunjukkan gambaran nekrosis, perbesaran retikulum endoplasma, sitoplasma, dan vakuola mitokondria pada hepatosit. Terpapar gelombang elektromagnetik frekuensi yang tinggi pada saat periode prenatal dapat mengakibatkan stres oksidatif sehingga menyebabkan kerusakan hepatosit.

Penelitian Tappi, Lintong, dan Loho (2013),<sup>36</sup> menunjukkan adanya perbaikan gambaran histologi tikus yang diinduksi Karbon Tetraklorida (CCl<sub>4</sub>) dengan pemberian jus tomat. Perbaikan ini terjadi karena tomat mempunyai kandungan likopen dalam jumlah yang cukup sehingga dapat mencegah kerusakan jaringan lebih lanjut akibat efek toksik dari radikal bebas.

Pada penelitian Zore,<sup>37</sup> yang melihat peningkatan status antioksidan dan kadar zinc pada *Alcoholic Liver Disease* menunjukkan bahwa penurunan kadar zinc berhubungan dengan peningkatan stres oksidatif dan tingkat keparahan lesi pada hepar. Zinc merupakan antioksidan yang dapat menurunkan biomarker stres oksidatif dan sitokin inflamasi sehingga sangat efektif dalam menurunkan ROS.<sup>38</sup>

Berdasarkan penelitian Sulistyowati,<sup>8</sup> pemberian dosis likopen 0,36 mg sudah dapat meningkatkan status antioksidan. Sedangkan, berdasarkan penelitian Rahadar,<sup>24</sup> dosis rekomendasi zinc 15 mg pada manusia dan dikonversikan ke tikus menjadi 0,27 mg sudah menunjukkan perbaikan status antioksidan.

Pada penelitian Winarsi,<sup>29</sup> menyatakan bahwa suplementasi zinc mampu menginduksi sel limfosit sehingga terjadi peningkatan aktivitas enzim *Superoksida Dismutase* (SOD), aktivitas enzim SOD sangat bergantung terhadap status

zinc. Enzim SOD berperan penting dalam sistem pertahanan terhadap serangan stres oksidatif. Peningkatan SOD juga dapat meningkat karena likopen pada tomat yaitu dengan menghambat reaksi oksidasi.

Tomat merupakan produsen likopen terbaik dengan kandungan likopen 3,1-7,7 mg/100 g. Tomat mengandung komponen nutrisi yang kaya akan vitamin dan mineral. Dalam satu buah tomat segar ukuran sedang (100 g) mengandung 30 kalori, 40 mg vitamin C, 1500 SI vitamin A, 60 µg tiamin (vitamin B), 0,5 mg zat besi (Fe) dan kalsium.<sup>40</sup> Pada penelitian-penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa likopen pada tomat sebagai antioksidan memiliki kemampuan menghentikan kerusakan oksidatif dan meningkatkan status antioksidan.<sup>8</sup>

### Ringkasan

Paparan gelombang elektromagnetik ponsel akan menyebabkan peningkatan dari ROS seperti MDA dan penurunan aktivitas SOD, CAT, dan GPx sehingga akan mengurangi TAC. Oleh karena itu, terjadi ketidakseimbangan antara ROS dan TAC yang menyebabkan stres oksidatif. Stres oksidatif akan menyebabkan kerusakan hepar sehingga terjadi perubahan gambaran histologi hepar.

Zinc dan tomat (*Solanum lycopersicum L*) merupakan antioksidan yang dapat mencegah ketidakseimbangan antara ROS dan TAC. Zinc dapat mengganti logam transisi (Fe<sup>2+</sup> atau Cu<sup>2+</sup>) dan menginduksi terbentuknya protein sehingga dapat menetralkan ROS dan likopen dalam tomat dapat meningkatkan kadar karotenoid dalam darah dan mencegah kerusakan DNA sehingga dapat mencegah terbentuknya ROS dan meningkatkan TAC.

### Simpulan

Zinc dan tomat merupakan antioksidan yang dapat menetralkan dan mencegah terbentuknya ROS yang dihasilkan dari adanya paparan gelombang elektromagnetik ponsel.

### Daftar Pustaka

1. Rahmat H. Kecenderungan kepribadian peserta didik berdasarkan tingkat gejala stres. Jakarta: Universitas Pendidikan Indonesia; 2013.
2. Victorya RM. Effects of handphones electromagnetic wave exposure on seminiferous tubules. J majority. 2015; 4(3):96–100.
3. Putri IN. Pengaruh paparan gelombang elektromagnetik terhadap kadar kolesterol total dan trigliserida serum effect of electromagnetic field Exposure

- on total cholesterol and triglyceride levels of plasma. *J Majority*. 2015; 4(7):135–42.
4. Jawi IM, Suprpta DN, Arcana IN, Indrayani AW, Subawa AAN. Efek antioksidan ekstrak air umbi ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas L*) terhadap darah dan berbagai organ pada mencit yang diberikan beban aktivitas fisik maksimal. *Jurnal Farmakologi*. 2010;12(3):74-82.
  5. Meo SA, Arif M, Rashied S, Husain S, Khan MM, Al Masri AA, Al-Drees AM. Morphological changes induced by mobile phone radiation in liver and pancreas in Wistar albino rats. *European Journal of Anatomy*. 2010;14(3):105–9.
  6. Li B, Li W, Li J, Zhao J, Qu Z, Lin C, et al. Effect of long-term pulsed electromagnetic field exposure on hepatic and immunologic functions of rats. *Wien Klin Wochenschr*. 2015; 17(18):1–4.
  7. Onyema OO, Farombi EO. Monosodium glutamate-induced oxidative damage and genotoxicity in the rat: modulatory role of vitamin C, vitamin E, and quercetin. *Human Experiment Toxicol* 2006; 25(5):251-9.
  8. Sulistyowati Y. Pengaruh pemberian likopen terhadap status antioksidan (vitamin C, vitamin E, dan glutathion peroksidase) tikus (*Rattus norvegicus* galur Sprague dawley) hiperkolesterolemik [tesis]. Semarang: Universitas Diponegoro; 2006.
  9. Handaru M, Sri N, Sрни I. Pemberian jus tomat (*Solanum lycopersicum L*) per oral dapat menurunkan jumlah sel epitel bronkhus utama tikus putih yang dipapar asap rokok sub kronik. *J Kedokteran Brawijaya*. 2010; 26(1):32-6.
  10. Widhyari SD. Peran dan dampak defisiensi zinc (Zn) terhadap system tanggap kebal. *Wartazoa*. 2012; 22(3):141–8.
  11. Wargo J, Taylor HS, Alderman N, Wargo L, Bradley JM., Addis S. Cell phone. the cell phone problem. *Technology-Exposure-health effect*. 2012; 3-64.
  12. Widhiastuti SK. Hubungan pajanan radiasi gelombang elektromagnetik telepon seluler atau laptop dengan kualitas tidur mahasiswa kedokteran. Surakarta: Universitas Sebelas Maret; 2016.
  13. Syahrezki Mohammad. Pengaruh ekstrak etanol kulit manggis terhadap gambaran histopatologis hepar tikus putih (*Rattus norvegicus*) galur Sprague dawley yang diberi paparan gelombang elektromagnetik handphone [skripsi]. Bandar Lampung: Universitas Lampung; 2015.
  14. Fakhmiyogi, Muhartono, Fiana DN. The effect of administrating ethanol extract 40 % of mangosteen peel (*Garcinia mangostana L*) towards a liver histopathology and the male strain Sprague dawley of the kidney of white Rats ( *Rattus norvegicus* ) that are induced by isoniazid. *J Majority*. 2014; 3(2):64–73.
  15. Cichoż-Lach H., Oxidative stress as a crucial factor in liver disease. *World Journal Gastroenterology*. 2014; 20(25):8082.
  16. Mahardika IP. Efek radiasi gelombang elektromagnetik ponsel terhadap kesehatan manusia. 2009. 1–8.
  17. Dewi IK, Wulan AJ. Efek paparan gelombang elektromagnetik handphone terhadap kadar glukosa darah effects of handphone electromagnetic wave exposure on blood glucose level. *J Majority*. 2015; 4(7):31–38.
  18. Enny. Efek Samping Penggunaan Ponsel. 2014; 17(4):178–183.
  19. Swamardika IBA. Radiasi gelombang elektromagnetik terhadap kesehatan manusia (suatu kajian pustaka pengaruh). *Teknologi Elektro*. 2009; 8(1):106–9.
  20. Worwor RV, Rumampuk JF, Lintong F. Gambaran induksi elektromagnetik beberapa jenis handphone yang digunakan mahasiswa kedokteran angkatan 2013. 2014; 2(1):1-7.
  21. Ardhie AM. Radikal bebas dan peran antioksidan dalam mencegah penuaan. *Medicinus : Scientific Journal of Pharmaceutical Development and Medical Application*. 2011; 24(1):4–9
  22. Maslachah L, Sugihartuti R, Kurniasanti R. Hambatan produksi reactive oxygen species radikal superoksida (O<sub>2</sub>) oleh antioksidan vitamin E (a-tocopherol) pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) yang menerima stressor renjatan listrik. *Media Kedokteran Hewan*. 2008; 24(1):21–26.
  23. Marks DB, Marks AD, Smith CM. Biokimia kedokteran dasar: sebuah pendekatan klinis. Jakarta : EGC; 2000.
  24. Rahadar MG. Pengaruh zinc pada kadar neutrofil sputum penderita PPOK eksaserbasi [skripsi]. Surakarta: Universitas Sebelas Maret; 2016.

25. Moore KL, Dalley II, Arthur F, Agur Anne MR, Moore Marion. Anatomi berorientasi klinis. Edisi Kelima, Jilid 1. Jakarta : EGC; 2013.
26. Mescher AL. Histologi dasar junquiera. Edisi 12. Jakarta: EGC; 2012.
27. Sherwood L. Anatomi dan fisiologi manusia dari sel ke sistem. Jakarta: EGC; 2012.
28. Tortora GJ, Derrickson B. Principle of anatomy and physiology 12th; 2009.
29. Penebar Swadaya. Budidaya tomat secara komersial. Depok: Penebar Swadaya; 2009.
30. Purwati, Ety, Khairunisa. Budidaya tomat dataran rendah. Depok: Penebar Swadaya; 2008.
31. Maulida D, Zulkarnaen N. Ekstraksi antioksidan (likopen) dari buah tomat dengan menggunakan solven campuran, n-heksana, aseton, dan etanol; 2011.
32. Andayani R, Lisawati Y, Maimunah. Penentuan aktivitas antioksidan, kadar fenolat total, dan likopen pada buah tomat. J sains dan teknologi technical report. 2008; 13(1).
33. Novita M, Mangimbulude J, Rondonuwu, F. S. karakteristik likopen sebagai antioksidan. Repository Universitas Kristen Satya Wacana; 2010. hlm. 30–9.
34. Elbaz A, Ghomini WA, Exposure Effects of 50 Hz, 1 Gauss Magnetic Field on the Histoarchitecture changes of Liver, Testis and Kidney of Mature Male Albino Rats. Journal of Cytology & Histology. 2015; 6(4):1–6.
35. Toppal Z, Hanci H, Mercantepe T, Eron HS, Keles ON, Kaya H, et al. the effect of prenatal long duration exposure to 900 MHz. electromagnetic field on the 21-days-old newborn male rat liver. Turkish Journal of Medical Sciences. 2015; 1: 1-7.
36. Tappi ES, Lintong Poppy, Loho LL. Gambaran histopatologi hati tikus wistar yang diberikan jus tomat (*Solanum lycopersicum*) paska kerusakan hati wistar yang diinduksi karbon tetraklorida (CCl4). J e-Biomedik. 2013; 1(3).
37. Zore JN, Lokapure S, Dhume CY, Mundkur D. Antioxidant status and zinc level in alcoholic liver disease. Internasonal Journal of Pharmacy and Biological Science. 2014; 5(3):393-9.
38. Prasad AS. Zinc is an antioxidant and anti-inflammatory agent: its role in human health. Frontiers in Nutrition. 2014; 1(14):1-10
39. Winarsi H, Muchtadi D, Zakaria FR, Purwanto A. Efek suplementasi zn terhadap status imun wanita premenopause yang diintervensi dengan minuman berisoflavon. 2005.; 82-6.
40. Dewanti T, Rukmi WD, Nurcholis M, Maligan JM. Aneka produk olahan tomat dan cabe. Malang: Universitas Brawijaya; 2010.