

**PENGARUH PEMBERIAN KOMBINASI TOMAT DAN ZINC
TERHADAP KADAR GLUKOSA DARAH TIKUS PUTIH (*Rattus
norvegicus*) BETINA GALUR *Sprague dawley* YANG DIPAPARKAN
GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK PONSEL**

Oleh

NABILA LUTHFIANA

(Skripsi)



**UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

**PENGARUH PEMBERIAN KOMBINASI TOMAT DAN ZINC
TERHADAP KADAR GLUKOSA DARAH TIKUS PUTIH (*Rattus
norvegicus*) BETINA GALUR *Sprague dawley* YANG DIPAPARKAN
GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK PONSEL**

Oleh

NABILA LUTHFIANA

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA KEDOKTERAN**

**Pada
Program Studi Pendidikan Dokter
Fakultas Kedokteran**



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

ABSTRACT

THE EFFECT OF THE COMBINATION OF TOMATO AND ZINC ON BLOOD GLUCOSE LEVEL IN THE FEMALE RAT (*Rattus novergicus*) STRAIN *Sprague dawley* EXPOSED BY HANDPHONE'S ELECTROMAGNETIC WAVE

By

Nabila Luthfiana

Background: The increasing of handphone usage potentially induces stress and arising blood glucose level. Antioxidant content of tomato and zinc have ability to avoid free radical and protect the body from oxidative damage. This study aims to determine the effect of combination tomato and zinc on blood glucose level in the female rat (*Rattus novergicus*) strain *Sprague dawley* exposed by handphone's electromagnetic wave.

Method: This study performed only for 1 month at the Faculty of Medicine, University of Lampung. This study used 25 rats divided into 5 groups. K1 group is without treatment, K2 group is exposed by handphone's electromagnetic wave for 2 hours, nd P1, P2 and P3 groups are exposed by handphone's electromagnetic wave for 2 hours and combination of tomato and zinc is given consecutively by tomato 1,85 gr and zinc 0,135 mg, tomato 3,7 gr and zinc 0,27 mg, and tomato 7,4 gr and zinc 0,54 mg.

Result: The results of mean blood glucose level (mg/dL) are K1: 88,000; K2: 94,600; P1: 79,600; P2: 75,400; P3: 79,200. The *One Way Anova* analysis showed a significant result ($p=0,001$). The conclusion of this study shows that combination of tomato and zinc of P2 group dosage has the effect towards blood glucose level in the rat exposed by handphone's electromagnetic wave for 1 month.

Keywords: Electromagnetic wave, glucose, tomato, zinc

ABSTRAK

PENGARUH PEMBERIAN KOMBINASI TOMAT DAN ZINC TERHADAP KADAR GLUKOSA DARAH TIKUS PUTIH (*Rattus novergicus*) BETINA GALUR *Sprague dawley* YANG DIPAPARKAN GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK PONSEL

Oleh

NABILA LUTHFIANA

Latar Belakang: Penggunaan ponsel yang terus meningkat dapat menginduksi stres dan berpengaruh terhadap kenaikan glukosa darah. Tomat dan zinc memiliki kandungan antioksidan yang dapat menangkal radikal bebas dan melindungi tubuh dari kerusakan oksidatif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian kombinasi tomat dan zinc terhadap kadar glukosa darah tikus putih (*Rattus novergicus*) betina galur *Sprague dawley* yang dipaparkan gelombang elektromagnetik ponsel.

Metode: Penelitian ini dilakukan selama 1 bulan di Fakultas Kedokteran Universitas Lampung. Penelitian ini menggunakan 25 ekor tikus yang dibagi menjadi 5 kelompok. Kelompok kontrol K1 tanpa perlakuan, kelompok kontrol K2 diberikan paparan gelombang elektromagnetik ponsel selama 2 jam, kelompok perlakuan P1, P2 dan P3 diberikan paparan gelombang elektromagnetik ponsel selama 2 jam dan kombinasi tomat dan zinc dengan dosis berturut-turut tomat 1,85 gr dan zinc 0,135 mg, tomat 3,7 gr dan zinc 0,27 mg, serta tomat 7,4 gr dan zinc 0,54 mg.

Hasil: Hasil rerata kadar glukosa darah (mg/dL) yaitu K1: 88,000; K2: 94,600; P1: 79,600; P2: 75,400; P3: 79,200. Analisis dengan *One Way Anova* mendapatkan hasil bermakna ($p=0,001$). Kesimpulan penelitian ini adalah terdapat pengaruh pemberian kombinasi tomat dan zinc pada kadar glukosa darah pada tikus yang dipaparkan gelombang elektromagnetik ponsel selama 30 hari pada dosis kelompok P2

Kata kunci : gelombang elektromagnetik, glukosa, tomat, zinc

Judul Skripsi

**: PENGARUH PEMBERIAN KOMBINASI
TOMAT DAN ZINC TERHADAP KADAR
GLUKOSA DARAH TIKUS PUTIH (*Rattus
novergicus*) BETINA GALUR *Sprague
dawley* YANG DIPAPARKAN GELOMBANG
ELEKTROMAGNETIK PONSEL**

Nama Mahasiswa : **Nabila Luthfiana**

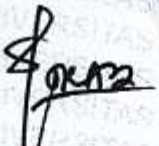
Nomor Pokok Mahasiswa : 1318011114

Program Studi : Pendidikan Dokter

Fakultas : Kedokteran

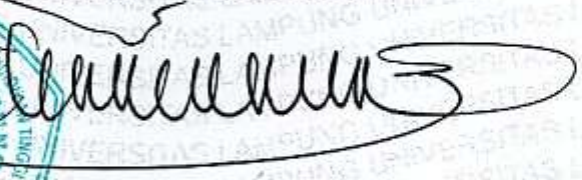
MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing


Soraya Rahmanisa, S.Si., M.Sc.
NIP 19850412 201012 2 003


Dr. dr. Jhons Fatriyadi Suwandi, S.Ked., M.Kes.
NIP 19760831 200312 1 003

2. Dekan Fakultas Kedokteran



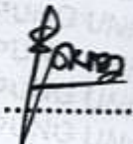
Dr. dr. Muhartono, S.Ked., M.Kes., Sp.PA.
NIP 19701208 200112 1 001

MENGESAHKAN

L. Tim Penguji

Ketua

: Soraya Rahmanisa, S.Si., M.Sc.



Sekretaris

: Dr. dr. Jhons Fatriyadi Suwandi, S.Ked., M.Kes.



Penguji

Bukan Pembimbing : dr. Evi Kurniawaty, S.Ked., M.Sc.



2. Dekan Fakultas Kedokteran



Dr. dr. Muhartono, S.Ked., M.Kes., Sp.PA.

NIP 19701208 200112 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 17 Januari 2017

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya, bahwa :

1. Skripsi dengan judul **“PENGARUH PEMBERIAN KOMBINASI TOMAT DAN ZINC TERHADAP KADAR GLUKOSA DARAH TIKUS PUTIH (*Rattus novergicus*) BETINA GALUR *Sprague dawley* YANG DIPAPARKAN GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK PONSEL”** adalah hasil karya sendiri dan tidak ada penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara tidak sesuai tata etika ilmiah atau yang disebut plagiarisme
2. Hak intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung

Atas pernyataan ini, apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya.

Bandar Lampung, 6 Januari 2017

Pembuat Pernyataan



Nabila Luthfiana

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Pringsewu pada tanggal 26 November 1995, merupakan anak pertama dari dua bersaudara, dari Bapak Dr. Dalman, M.Pd. dan Ibu dra. Mutmainah, M.Ag.

Pendidikan Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SDN 03 Kalirejo Lampung Tengah, pada tahun 2007, Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama (SLTP) di SMPN 1 Kalirejo Lampung Tengah pada tahun 2010, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Al Kautsar Bandar Lampung pada tahun 2013.

Tahun 2013, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Pendidikan Dokter Universitas Lampung. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah aktif pada organisasi Forum Studi Islam Ibnu Sina.

*Sebuah persembahkan
sederhana untuk orang
tua, adik dan keluarga
besarku tersayang*

*Terimakasih untuk dukungan dan kasih
sayang yang telah kalian berikan selama
ini*

SANWACANA

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, Tuhan Yang Maha Pengasih dan Penyayang, yang telah melimpahkan nikmat dan karunia–Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat beserta salam semoga senantiasa tercurah kepada suri tauladan dan nabi akhir zaman Rasulullah Muhammad SAW beserta para keluarganya, para sahabatnya dan kita selaku umatnya sampai akhir zaman.

Skripsi berjudul ”**Pengaruh Pemberian Kombinasi Tomat dan Zinc Terhadap Kadar Glukosa Darah Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) Betina Galur *Sprague dawley* yang Dipaparkan Gelombang Elektromagnetik Ponsel**” ini disusun merupakan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kedokteran di Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung. Penghargaan dan ucapan terima kasih yang tak terhingga penulis haturkan kepada semua pihak yang telah berperan atas dorongan, bantuan, saran, kritik dan bimbingan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan antara lain kepada :

- Prof. Dr. Ir. Hasriadi Mat Akin, M.P, Selaku Rektor Universitas Lampung
- Dr. dr. Muhartono, S.Ked., M. Kes., Sp. PA selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung

- Ibu Soraya Rahmanisa, S.Si, M.Sc selaku Pembimbing Pertama atas semua bantuan, saran, bimbingan, serta arahan yang luar biasa selalu diberikan ditengah kesibukan beliau untuk membantu dalam penyusunan skripsi ini.
- Dr. dr. Jhons Fatriyadi Suwandi, M.Kes. selaku Pembimbing Kedua atas semua bantuan, saran, bimbingan, serta arahan yang luar biasa selalu diberikan ditengah kesibukan beliau untuk membantu dalam penyusunan skripsi ini.
- dr. Evi Kurniawaty, M.Sc. selaku Pembahas yang telah memberikan banyak saran dan masukan yang luar biasa dalam penyusunan skripsi ini.
- Ibu Nuriah, A.Md, terimakasih bu telah banyak membantu saya dan tim saya selama di laboratorium biomol Fk Universitas Lampung
- dr. M. Yusran, Sp.M selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan, masukan serta motivasi selama proses pembelajaran.
- Bapak dan Ibu Staff Admistrasi serta seluruh civitas akademik Fakultas Kedokteran Universitas Lampung, terimakasih atas bantuan serta kerjasamanya selama ini.
- Ibu terhebat yang sangat aku cinta, Ibu dra. Mutmainah, M.Ag. Terimakasih untuk semua cinta dan juga kasih sayang yang terus mengalir, dan doa yang tiada henti untuk ku, terimakasih banyak atas semua dukungan, semangat yang selalu diberikan sehingga penyusunan skripsi ini bisa terselesaikan.

- Ayah terhebat yang sangat aku cinta, Ayah Dr. Dalman, M.Pd. Terimakasih banyak untuk semua cinta dan kasih sayang yang begitu besar untuk ku, terimakasih untuk doa, dukungan, motivasi yang selalu diberikan sehingga penyusunan skripsi ini bisa terselesaikan
- Faiz Prakasa, Aqila Early dan Mbak War terimakasih atas doa yang telah diberikan.
- Untuk seluruh keluarga Hafid yang selalu memberikan dukungan dan motivasinya.
- Sahabatku Rendra dan Tanalina terimakasih telah menemani saat sedih maupun senang serta motivasi semangatnya.
- Kelompok belajar dan bermain genkgonk Ni Made Shanti, Anindita, Melly setiawati terimakasih sudah menemani dan selalu membantu sejak awal kuliah di fk sampai sekarang.
- Tim penelitian saya, Tara, Neza, Laras, Devita, Triola. Terimakasih banyak atas kerjasama dan kekompakan selama penelitian
- Rika Oktaria, Lisa Ayu Pratiwi, Yulia Cahya Khasanah, Trinovita Sari, Ahmad Farishal, Rani Pratama Putri terimakasih sudah membantu dalam penelitian yang dilakukan serta doanya.
- Untuk keluarga Beti Anisa Wahyuni dan Noviyanti Chairunnisa terimakasih atas bantuannya dan doanya selama ini
- Kepada seluruh angkatan 2013 terimakasih untuk doa beserta kebersamaannya

Akhir kata, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Akan tetapi, sedikit harapan semoga skripsi yang sederhana ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, 2017

Penulis

Nabila Luthfiana

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR TABEL.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.3.1 Tujuan Umum.....	3
1.3.2 Tujuan Khusus.....	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.4.1 Manfaat Teoritis	4
1.4.2 Manfaat Praktis.....	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Gelombang Elektromagnetik	6
2.2 Stres dan Antioksidan	8
2.3 Hormon Kortisol dan Stres	10
2.4 Glukosa Darah.....	11
2.5 Tomat sebagai Antioksidan.....	14
2.6 Zinc	17
2.7 Kerangka Teori.....	19
2.8 Kerangka Konsep	20
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Desain Penelitian.....	21
3.2 Waktu dan Tempat penelitian	21
3.3 Alat dan Bahan.....	22
3.3.1 Alat Penelitian.....	22
3.3.2 Bahan Penelitian	22
3.4 Subyek Penelitian.....	23
3.4.1 Populasi.....	23
3.4.2 Sampel.....	23
3.4.3 Kriteria Eksklusi dan Inklusi.....	25
3.5 Variabel Penelitian	26
3.5.1 Variabel Bebas (<i>Independent Variable</i>).....	26

3.5.2 Variabel Terikat (<i>Dependent Variable</i>)	26
3.5.3 Definisi Operasional	27
3.6 Diagram Alir	28
3.7 Prosedur Penelitian.....	29
3.7.1 Pengadaan Hewan Coba.....	29
3.7.2 Aklimatisasi Hewan Coba.....	29
3.7.3 Pembuatan <i>Puree</i> Tomat.....	29
3.7.4 Pemberian Zinc	31
3.7.5 Pemberian Kombinasi <i>Puree</i> Tomat dan Zinc	32
3.7.6 Induksi Paparan Gelombang Elektromagnetik Ponsel.....	32
3.7.7 Prosedur Pengambilan Darah Hewan Coba	33
3.7.8 Prosedur Pemeriksaan Kadar Glukosa Darah	33
3.8 Analisis Statistika.....	33
3.9 <i>Ethical Clearence</i>	34
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Penelitian	35
4.2 Pembahasan Penelitian.....	39
4.3 Keterbatasan Penelitian.....	46
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran.....	47
 DAFTAR PUSTAKA	48
 LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Kandungan Likopen dalam Beberapa Buah dan Sayur	15
Tabel 2. Definisi Operasional	27
Tabel 3. Rerata Hasil Pengukuran Kadar Glukosa Darah Tikus Putih Betina yang Dipaparkan Gelombang Elektromagnetik Ponsel.	35

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Spektrum Gelombang Elektromagnetik	7
Gambar 2. Pengaruh EMF pada Tingkat Sel	8
Gambar 3. Keseimbangan Oksidan dan Antioksidan	9
Gambar 4. Mekanisme Aksis Hipotalamus-Hipofisis-Adrenal	11
Gambar 5. Manfaat Likopen dalam Tomat	15
Gambar 6. Absorpsi Likopen	16
Gambar 7. Kerangka Teori.....	19
Gambar 8. Kerangka Konsep	20
Gambar 9. Diagram Alir	28

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Stres merupakan respon nonspesifik generalisata tubuh terhadap faktor yang mengalahkan kemampuan kompensasi tubuh untuk mempertahankan homeostasis. Hal – hal yang dapat memicu stres (*stressor*) dibagi menjadi 3 kategori yaitu *stressor* fisik, psikologis, dan sosial. Salah satu dari *stressor* fisik adalah radiasi yang dapat berupa radiasi gelombang elektromagnetik ponsel (Sherwood, 2011).

Dewasa ini, setiap tahun angka pengguna ponsel di Indonesia semakin tinggi dan meningkat. Ponsel menghasilkan gelombang elektromagnetik radio di dalam penggunaannya, dan gelombang radio ini lah yang menyebabkan radiasi. Sehingga apabila terjadi paparan radiasi berulang dapat mengakibatkan dampak psikologis yaitu stres (Swamardika, 2009). Salah satu bentuk stres adalah stres oksidatif yang dapat dipengaruhi oleh gelombang elektromagnetik dan berdampak pada kesehatan yaitu terjadinya perubahan keseimbangan kadar radikal bebas dalam tubuh (Crumpton 2005). Paparan gelombang elektromagnetik dikatakan kronik apabila lebih dari 14 hari (Victorya, 2015).

Stres dapat mempengaruhi hormon, salah satunya adalah hormon kortisol. Stres akan mengaktifkan axis Hipotalamus-Pituitari-Adrenal yang nantinya akan mengeluarkan hormon kortisol (Kandhalu, 2013). Paparan gelombang elektromagnetik dengan frekuensi 1 Hz dan 5 Hz selama 2 jam setiap hari selama 21 hari akan meningkatkan kortisol (Mahdavi *et al.*, 2014). Hal ini selaras dengan penelitian Seyednour & Chekaniazar (2011) yang menyatakan bahwa *Electromagnetic Fields* (EMF) atau gelombang elektromagnetik akan menyebabkan peningkatan kortisol. Hormon kortisol merupakan salah satu dari glukokortikoid yang akan meningkatkan glukosa darah dengan cara mengonversi protein menjadi glikogen. Glikogen ini akan diubah menjadi glukosa darah dengan glukoneogenesis (Michael *et al.*, 2007). Penelitian lain juga mengatakan bahwa hormon kortisol yang meningkat dapat meningkatkan glukosa darah (Randall, 2011). Penelitian yang dilakukan Meo & Rubeean (2013), menyatakan bahwa paparan gelombang elektromagnetik ponsel 46-60 menit per hari dapat meningkatkan glukosa darah. Glukosa darah yang semakin meningkat akan mengakibatkan kondisi hiperglikemia dan memperparah penyakit diabetes melitus (Giugliano *et al.*, 2008).

Radikal bebas yang menyebabkan stres oksidatif dapat dicegah dengan menggunakan antioksidan. Berdasarkan mekanisme kerjanya, antioksidan digolongkan menjadi 3 kelompok yaitu antioksidan primer, sekunder, dan tersier. Vitamin E, vitamin C dan beta karoten merupakan antioksidan yang terdapat dalam buah – buahan (Winarsi, 2007). Radikal bebas yang berlebihan dalam tubuh perlu diredam dengan mengonsumsi antioksidan dari luar tubuh.

Antioksidan dapat berasal dari buah–buahan, salah satunya adalah tomat. Tomat mengandung likopen yang merupakan salah satu senyawa karotenoid dan bertindak sebagai antioksidan (Novita *et al.*, 2011). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa tomat mempunyai banyak mineral yang dapat menjaga kadar glukosa darah dengan baik (Bhowmik *et al.*, 2012). Selain tomat, yang dapat menangkal radikal bebas adalah zinc. Enzim superoksidase yang terkandung dalam zinc dapat melindungi sel dari kerusakan oksidatif (Susantiningih, 2015). Peneliti tertarik untuk mengetahui bagaimana pengaruh pemberian kombinasi tomat dan zinc terhadap kadar glukosa darah setelah tikus dipaparkan gelombang elektromagnetik ponsel. Peneliti menggunakan hewan coba tikus karena tikus memiliki sistem tubuh yang mirip dengan manusia.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian dan permasalahan yang terdapat pada penjelasan diatas, maka rumusan permasalahan yang akan di bahas adalah apakah terdapat pengaruh pemberian kombinasi tomat dan zinc terhadap kadar glukosa darah tikus putih betina yang dipaparkan gelombang elektromagnetik ponsel ?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian kombinasi tomat dan zinc terhadap kadar glukosa darah tikus betina yang dipaparkan gelombang elektromagnetik ponsel.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian kombinasi tomat dan zinc terhadap penurunan kadar glukosa darah tikus putih betina yang dipaparkan gelombang elektromagnetik ponsel.
2. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan rerata kadar glukosa tikus putih betina yang dipaparkan gelombang elektromagnetik ponsel dan tikus putih betina yang dipaparkan gelombang elektromagnetik ponsel lalu diberikan kombinasi tomat dan zinc.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai pengaruh pemberian kombinasi tomat dan zinc terhadap kadar glukosa darah tikus betina yang dipaparkan gelombang elektromagnetik ponsel.

1.4.2 Manfaat Praktis

1. Bagi peneliti

Penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan, wawasan, dan informasi tentang pengaruh pemberian kombinasi tomat dan zinc terhadap kadar glukosa darah pada tikus betina.

2. Bagi peneliti lain

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber referensi bagi peneliti lain untuk mengembangkan penelitian yang lebih lanjut.

3. Bagi masyarakat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan bagi masyarakat tentang manfaat tomat dan zinc sebagai antioksidan.

4. Bagi instansi pendidikan

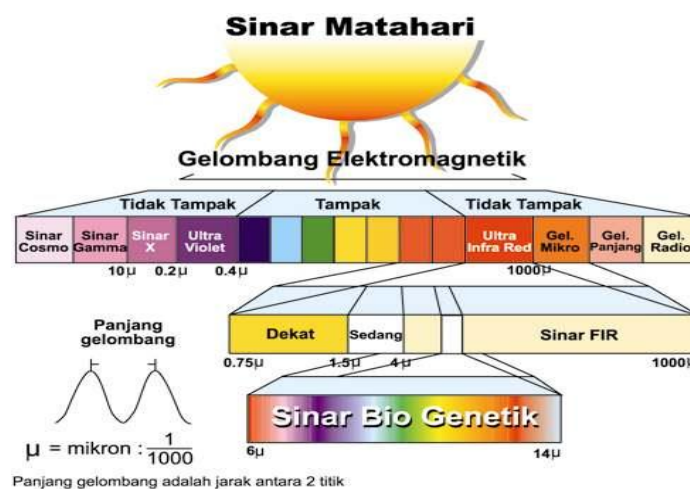
Penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber acuan dan wacana dalam rangka peningkatan untuk pendidikan.

.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gelombang Elektromagnetik

Gelombang elektromagnetik dapat diidentifikasi berdasarkan frekuensi dan panjang gelombangnya. Gelombang elektromagnetik tersusun berdasarkan panjang gelombang dan frekuensi yang disebut spektrum elektromagnetik (Enny, 2013). Gelombang elektromagnetik dapat berupa: (1) gelombang radio, (2) sinyal televisi, (3) sinar radar, (4) sinar x, (5) sinar gamma, dan (6) sinar ultraviolet. Gelombang tersebut merambat dengan kecepatan 3×10^8 m/s (Swamardika, 2008).

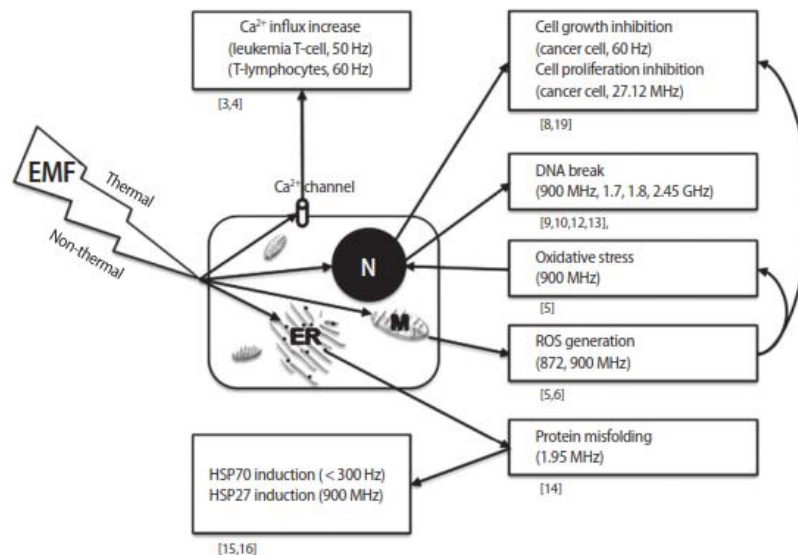


Gambar 1. Spektrum Gelombang Elektromagnetik (Enny, 2013).

Ponsel merupakan alat komunikasi yang menggunakan *Radio Frequency* (RF). Ketika menggunakan ponsel untuk melakukan panggilan, maka ponsel tersebut akan mengirimkan kode tertentu ke dalam gelombang radio dan akan diteruskan ke *base station* terdekat. Gelombang radio ini yang akan menimbulkan radiasi. Banyaknya radiasi yang diserap tubuh tergantung pada: (1) frekuensi dan panjang gelombang elektromagnetik, (2) polarisasi medan elektromagnetik, (3) jarak antara badan dan sumber radiasi elektromagnetik (ponsel), (4) keadaan paparan radiasi, dan (5) sifat – sifat elektrik tubuh, yaitu tergantung pada kadar air dalam tubuh (Swamardika, 2008). Orang-orang di zaman moderen ini telah terpapar oleh bermacam-macam gelombang elektromagnetik atau *Electromagnetic Field* (EMF). Orang – orang paling sering terpapar oleh EMF dengan frekuensi 50-60 Hz yang merupakan *Super Low Frequency* (SLF) EMF. Frekuensi tersebut dapat ditimbulkan oleh barang – barang elektronik (Gye & Park, 2012). Sistem ponsel yang menggunakan *Global System for Mobile Communication* (GSM) memiliki frekuensi 800 MHz, 900 MHz, dan 1800 MHz. Ponsel yang menggunakan *Code Division Multiple Access* (CDMA) memiliki frekuensi 450 MHz, 800 MHz, dan 1900 MHz (Idayati, 2011).

Ponsel dalam penggunaannya dapat memiliki dampak fisiologis maupun psikologis. Dampak fisiologis dapat berupa gangguan pada organ – organ tubuh manusia termasuk gangguan reproduksi, sedangkan dampak psikologisnya dapat mengakibatkan stres (Swamardika, 2009). Gelombang elektromagnetik atau EMF pada tingkat seluler akan meningkatkan radikal

bebas dan dapat menghambat pertumbuhan sel. *Radio Frequency (RF) EMF* 900 dan 872 MHz akan meningkatkan produksi *Reactive Oxygen Species (ROS)* (Gye dan Park, 2012).



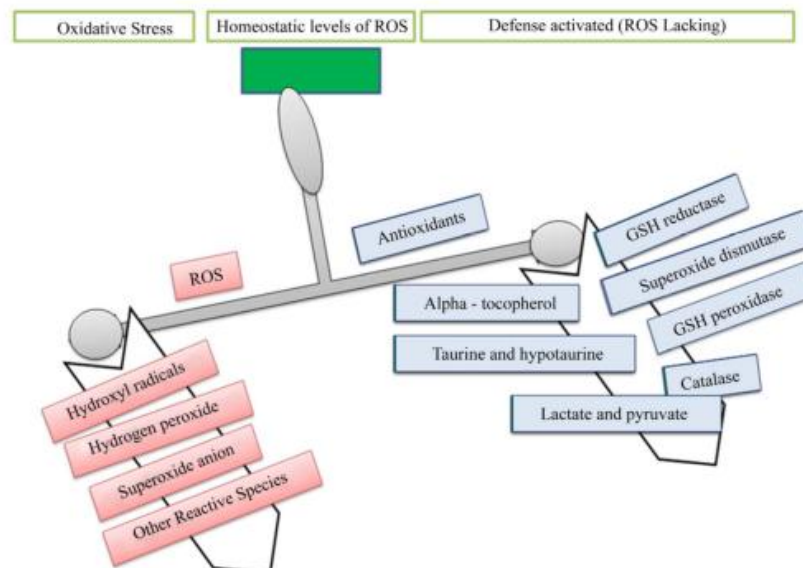
Gambar 2. Pengaruh EMF pada Tingkat Sel (Gye & Park, 2012).

2.2 Stres dan Antioksidan

Stres merupakan suatu respon non spesifik manusia terhadap rangsangan atau tekanan. Stres dapat disebabkan oleh (1) faktor psikologis yaitu rasa cemas, ketakutan dan kesedihan, (2) faktor fisik yaitu trauma, radiasi gelombang elektromagnetik, panas atau dingin hebat, dan (3) faktor sosial seperti konflik perorangan, dan perubahan gaya hidup (Sherwood, 2011).

Stres oksidatif merupakan salah satu bentuk dari stres. Stres oksidatif adalah tidak seimbangnya kadar radikal bebas dan antioksidan. Jumlah antioksidan yang rendah dalam tubuh dapat menyebabkan rusaknya membran sel, protein

dan DNA. Radikal bebas atau *Reactive Oxygen Species* (ROS) dapat berupa hasil samping dari metabolisme seluler anaerobik dan dapat dipicu oleh keadaan stres. ROS terdiri dari radikal superoksida, hidroksil, peroksil, dan molekul hidrogen peroksida atau H_2O_2 (Susantiningsih, 2015). Protein, asam lemak tak jenuh, lipoprotein, unsur DNA, dan karbohidrat merupakan target utama radikal bebas (Rahman *et al.*, 2012).



Gambar 3. Ketidakseimbangan Oksidan dan Antioksidan (Rahman *et al.*, 2012).

Antioksidan adalah salah satu penangkal stres oksidatif. Antioksidan merupakan suatu substansi nutrisi dan non nutrisi yang terkandung dalam bahan makanan, fungsinya dapat mencegah kerusakan lebih lanjut akibat radikal bebas (Winarsi, 2007). Antioksidan digolongkan menjadi 3 kelompok yaitu antioksidan primer, sekunder dan tersier. Antioksidan primer atau antioksidan enzimatis terdiri dari enzim superoksida dismutase,

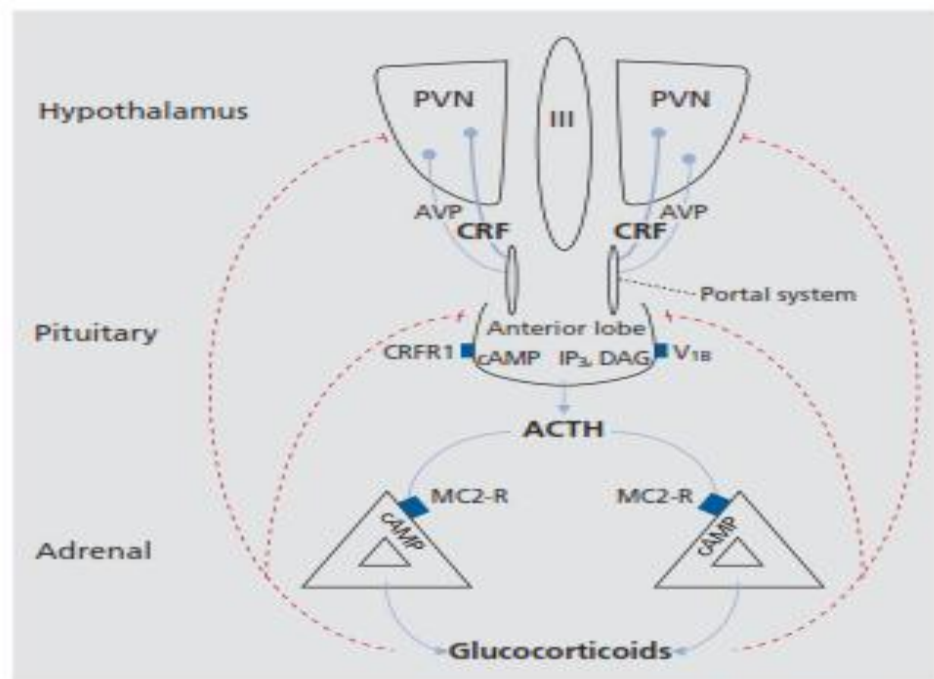
katalase, dan glutathion peroksidase. Antioksidan primer bekerja dengan cara mencegah pembentukan senyawa radikal bebas baru, atau mengubah radikal bebas menjadi bentuk molekul yang kurang aktif. Enzim – enzim tersebut bekerja dengan cara memutus reaksi berantai (polimerisasi) kemudian diubah menjadi molekul yang lebih stabil. Antioksidan sekunder atau non enzimatis dapat berupa vitamin E, vitamin C, flavonoid, dan karotenoid. Antioksidan sekunder dapat ditemukan pada buah-buahan, sayuran, dan daging merah. Antioksidan tersier berupa sistem enzim *DNA-repair* dan metionin sulfoksida reduktase (Winarsi, 2007).

2.3 Hormon Kortisol dan Stres

Korteks adrenal terdiri dari tiga zona, lapisan terluar adalah zona glomerulosa, diikuti dengan zona fasikulata dan zona retikularis. Korteks adrenal mengeluarkan hormon yang disebut dengan hormon adrenokorteks yang merupakan hormon steroid yang prekusornya adalah kolesterol (Sherwood, 2011). Beberapa hormon yang dominan di sekresikan oleh korteks adrenal adalah hormon kortisol, aldosteron dan androgen. Hormon kortisol banyak disintesis pada zona fasikulata dan terikat ke protein plasma *corticosteroid-binding globulin* (transkortin). Hormon kortisol merupakan hormon yang akan merespons ketika dalam keadaan stres (Greenstein & Wood, 2010).

Stres merupakan keadaan yang dapat mengganggu homeostasis. Respon stres terdapat di sistem saraf pusat dan jaringan perifer. Respon stres melibatkan

paraventrikular nukleus di hipotalamus, hipofisis anterior dan kelenjar adrenal, atau yang sering disebut dengan axis Hipotalamus-Pituitari-Adrenal (HPA) (Smith & Vale, 2006). Dalam keadaan stres hipotalamus akan mensekresikan *Corticotropin Releasing Hormone* yang akan diteruskan ke hipofisis anterior sehingga mensekresikan *Adrenocorticotrophic Hormone* (ACTH), selanjutnya menstimulus korteks adrenal sehingga menghasilkan hormon kortisol (Sherwood, 2011).



Gambar 4. Mekanisme Aksis Hipotalamus-Pituitari-Adrenal (Smith & Vale, 2006).

2.4 Glukosa Darah

Glukosa merupakan suatu monosakarida aldoheksosa yang digunakan sebagai sumber energi utama makhluk hidup. Glukosa merupakan produk terakhir dari metabolisme karbohidrat. Glukosa yang berlebihan akan

diubah menjadi glikogen lalu akan tersimpan dalam hati dan otot (Kamus Kedokteran Dorland, 2005).

Karbohidrat terbanyak pada makanan merupakan polisakarida yang tidak dapat dicerna oleh manusia. Karbohidrat dapat dimetabolisme melalui beberapa jalur diantaranya adalah: (1) glikolisis, (2) glikogenesis, (3) glikogenolisis dan (4) glukoneogenesis. Glikolisis merupakan pemecahan glukosa menjadi asam piruvat atau asam laktat. Jalur glikolisis banyak terjadi di dalam otot bergaris karena untuk menghasilkan Adenosin Trifosfat (ATP). Glikolisis yang terjadi dalam suasana anaerobik akan menghasilkan asam laktat dan menghasilkan dua energi ATP. Reaksi glikolisis memerlukan katalase dari enzim hexokinase dan glukokinase yang akan mengkatalisis glukosa menjadi glukosa 6-fosfat (Mustofa, 2013). Selanjutnya glukosa 6-fosfat akan diubah menjadi fruktosa 6-fosfat menggunakan enzim fosfoheksosa isomerase (Murray *et al.*, 2012). Glikogenesis terjadi pada semua jaringan terutama pada hepar dan otot sedangkan glikogenolisis merupakan pemecahan glikogen yang terdapat pada hepar dan otot (Mustofa, 2013).

Glukosa juga dapat dibentuk melalui jalur glukoneogenesis yaitu suatu proses pengubahan prekursor nonkarbohidrat yang substrat utamanya adalah asam-asam amino glukogenik, laktat, gliserol, dan propionat (Murray *et al.*, 2012). Asam laktat dan asam amino akan dikonversi menjadi asam piruvat kemudian disintesis menjadi glukosa atau dapat memasuki siklus krebs,

sedangkan gliserol akan dikonversi menjadi *glyceraldehyde 3-phosphate* yang bisa digunakan untuk membentuk asam piruvat atau mensintesis glukosa (Derrickson & Tortora, 2012). Glukosa yang dihasilkan selanjutnya dibawa ke hati melalui sistem vena porta hepatica. Glukosa memiliki 5 pengangkut utama berupa *Glucose Transporter* (GLUT) yaitu GLUT 1 (otak, ginjal, kolon, plasenta dan eritrosit), GLUT 2 (hati, sel beta pankreas, usus halus dan ginjal), GLUT 3 (otak, ginjal dan plasenta), GLUT 4 (otot jantung dan rangka, jaringan adiposa) dan GLUT 5 (usus halus), tiap GLUT berfungsi sebagai penyerapan glukosa pada masing-masing organ (Murray *et al.*, 2012).

Glukosa dapat dipengaruhi oleh hormon, salah satu diantaranya yaitu hormon kortisol. Efek metabolik kortisol meliputi peningkatan konsentrasi glukosa darah dengan mengorbankan simpanan lemak dan protein. Kortisol akan meningkatkan glukoneogenesis di hati sehingga glikogen (glukosa simpanan yang ada pada hati) akan dibebaskan ke dalam darah. Efek lainnya yaitu kortisol menghambat penyerapan dan pemakaian glukosa oleh banyak jaringan kecuali otak, sehingga glukosa yang ada pada darah akan meningkat. Kortisol juga akan merangsang penguraian protein di banyak jaringan, khususnya otot. Protein diuraikan menjadi asam amino, sehingga asam amino darah akan meningkat dan asam amino juga merupakan bahan yang akan disintesis menjadi glukosa pada glukoneogenesis. Lipolisis juga merupakan efek metabolik kortisol, yaitu penguraian simpanan lemak (lipid) di jaringan adiposa sehingga asam-asam lemak dibebaskan ke dalam darah.

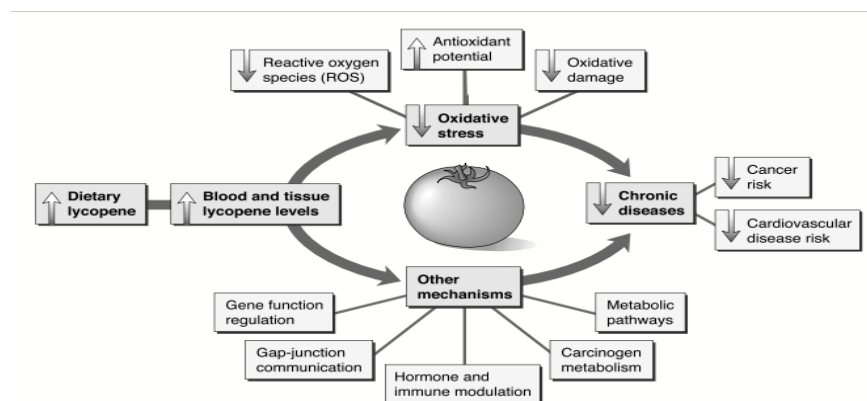
Asam-asam lemak ini dapat digunakan sebagai pengganti glukosa (Sherwood, 2011).

Glukosa darah juga dapat dipengaruhi oleh paparan gelombang elektromagnetik ponsel. Penelitian menyebutkan bahwa pemberian paparan 15 – 30 menit/hari, 31-45 menit/hari, dan 46-60 menit/ hari akan meningkatkan glukosa darah akibat stres oksidatif. Stres oksidatif tersebut akan menyebabkan disfungsi sel beta pankreas melalui apoptosis sehingga insulin yang dihasilkan tidak maksimal dan glukosa darah tetap meningkat (Meo & Rubeean, 2013).

2.5 Tomat sebagai Antioksidan

Tomat yang memiliki nama *Solanum lycopersicum* merupakan buah berwarna merah yang mengandung antioksidan, vitamin A, B dan C, serta asam folat. Antioksidan yang banyak terkandung dalam tomat salah satunya adalah likopen (Bhowmik, 2012). Likopen merupakan senyawa karotenoid yang dapat ditemukan dalam tomat, jeruk, semangka, pepaya, jambu biji dan buah – buahan lainnya. Likopen mempunyai banyak efek kesehatan bagi manusia (Story *et al.*, 2010). Konsumsi likopen dapat meningkatkan kadar likopen dalam darah dan peranannya adalah: (1) sebagai antioksidan yang akan menurunkan *Reactive Oxygen Species* (ROS), (2) menghambat kerusakan oksidatif dari lipid (lipoprotein dan membran lipid), (3) protein, (4) DNA yaitu materi genetik, dan (5) menurunkan stres oksidatif. Meningkatnya kadar likopen dalam tubuh akan meregulasi fungsi gen, meningkatkan

komunikasi antar sel, dan memodulasi hormon serta respon imun (Agarwal & Rao, 2000).



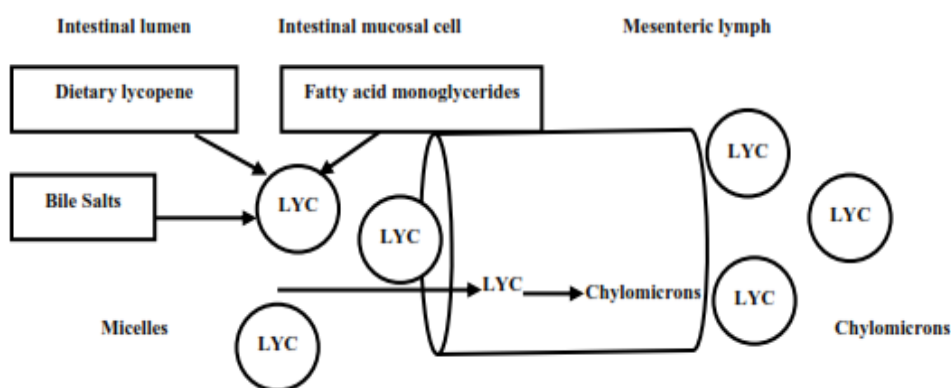
Gambar 5. Manfaat Likopen pada Tomat (Agarwal dan Rao, 2000).

Produk – produk olahan tomat dapat mengandung 79-91% dari likopen total dalam bentuk *all-trans* likopen, sedangkan bentuk isomer *cis* likopen terdapat di jaringan dengan jumlah >50%. Bentuk *cis* likopen ini lah yang mudah di absorpsi oleh tubuh dan bioavailabilitasnya lebih tinggi (Sulistyowati, 2006).

Tabel 1. Kandungan Likopen dalam Beberapa Buah dan Sayur (Almatsier, 2010)

Bahan Makanan	Jumlah (ug/100g)
Tomat Segar	3000-3100
Tomat Rebus	9700
Jus Tomat	8600-9300
Saus Tomat	9900-17000
Semangka	4100-4900
Anggur Merah	1500-3400
Jambu Biji	5400

Saus tomat memiliki kandungan likopen yang tinggi yakni 9900-17000 (ug/100g). Likopen juga dapat ditemukan pada buah semangka, anggur merah dan jambu biji (Sulistyowati, 2006). Bioavailabilitas likopen dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk pengolahan makanan dan komposisi makanan. Likopen terdapat pada sayur-sayuran segar, termasuk kompleks *carotenoid-protein* yang ditemukan dalam kloroplas (Parada & Aguielera, 2007). Likopen hanya didapatkan dari diet dikarenakan tubuh tidak dapat memproduksinya. Likopen harus terlepas dari matriksnya dan menjadi fase lipid dari makanan agar dapat terabsorpsi dengan baik. Hal ini dapat dilakukan dengan cara proses pemasakan, karena pada saat memasak terjadi perubahan kimiawi akibat perubahan temperatur (Sulistyowati, 2006). Likopen merupakan senyawa larut lipid, jadi apabila mengonsumsinya dengan lemak maka akan meningkatkan bioavailabilitasnya (Brown *et al.*, 2004).



Gambar 6. Absorpsi Likopen (Sulistyowati, 2006)

Penelitian yang dilakukan oleh Astuti (2012) menyatakan bahwa *puree* tomat yang diberikan dengan dosis 20 gram pada manusia dengan

prediabetes menunjukkan penurunan glukosa darah puasa sebesar 9,0 mg/dl (7,64%) setelah intervensi selama 3 minggu. Kandungan likopen pada tomat mampu mengurangi kerusakan oksidatif pada DNA seluler, meningkatkan konsentrasi insulin dan menurunkan H_2O_2 .

2.6 Zinc

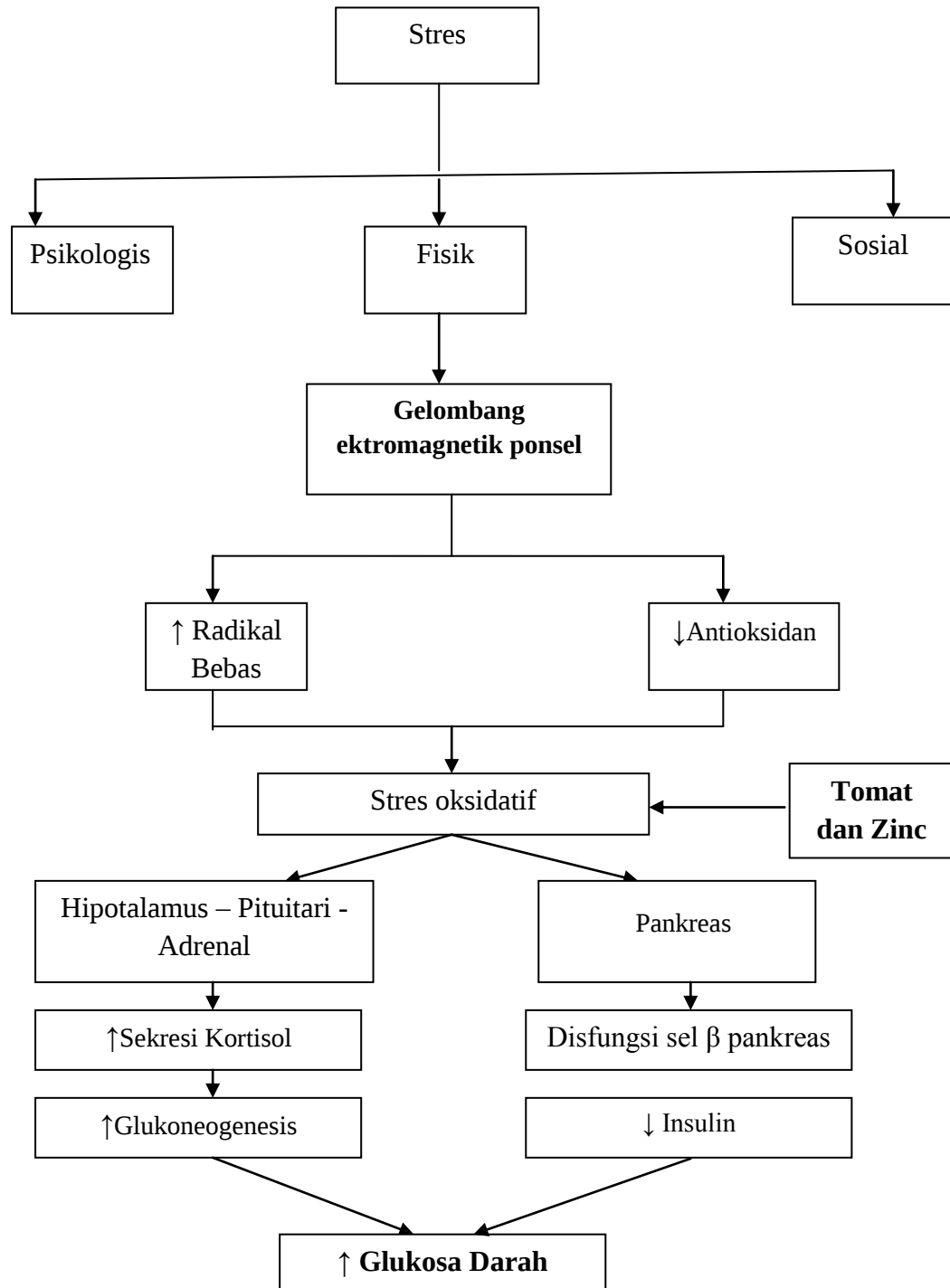
Zinc merupakan mineral mikro yang esensial bagi kehidupan. Tubuh mengandung 2-2,5 gram zinc yang tersebar di dalam hati, pankreas, ginjal, otot, dan tulang (Almatsier, 2010). Zinc juga dapat berperan sebagai antioksidan yakni mencegah kerusakan oksidatif (Oteiza, 2013). Zinc yang dikonsumsi per-oral selanjutnya akan diabsorpsi oleh usus halus dan terdistribusi melalui serum, yang nantinya akan terikat oleh beberapa protein seperti albumin, alfa mikroglobulin, dan transferin (Plum *et al.*, 2010).

Zinc akan diangkut oleh albumin dan transferin, lalu masuk ke aliran darah dan di bawa ke hati. Apabila terjadi kelebihan zinc, maka akan disimpan dalam bentuk metalotionein di dalam hati. Zinc yang diangkut ke pankreas akan digunakan untuk membuat enzim pencernaan yang nantinya pada waktu makan akan dikeluarkan ke dalam saluran cerna. Distribusi zinc antara cairan ekstraseluler, jaringan dan organ dipengaruhi oleh keseimbangan hormon dan situasi stres (Almatsier, 2010). Zinc pada tingkat seluler terlokalisasi sebanyak 30-40% di nukleus, 50% di sitosol, dan sisanya berada di membran sel (Plum *et al.*, 2010).

Zinc yang diabsorpsi tergantung pada status zinc tubuh. Apabila tubuh membutuhkan zinc dalam jumlah yang banyak, maka absorpsinya akan meningkat. Albumin merupakan alat transpor utama zinc, sehingga apabila nilai albumin dalam plasma menurun, maka absorpsi zinc juga akan menurun. Zinc mempunyai banyak fungsi bagi tubuh. Zinc berperan dalam berbagai aspek metabolisme, yang berkaitan dengan sintesis dan degradasi protein, karbohidrat, lipid, dan asam nukleat. Enzim superoksida dismutase (yang membutuhkan zinc dan Cu) di dalam sitosol semua sel, terutama eritrosit mempunyai peran dalam memusnahkan anion superoksida yang merusak. Zinc dapat ditemukan pada daging, hati, kerang dan telur. Sereal dan kacang-kacangan juga merupakan sumber zinc yang baik (Almatsier, 2010). Zinc dapat berpengaruh pada berbagai macam organ seperti pankreas, prostat, dan glandula mammae. Zinc pada pankreas mempunyai reseptor yaitu Zip 1, Zip 10 dan Zip 14 yang berperan dalam zinc pada transportasinya ke dalam sel yang ada di pankreas sehingga zinc dapat memodulasi sekresi glukagon. Selain itu zinc juga dapat digunakan sebagai pencegah penyakit pada pankreas seperti kanker pankreas. Kekurangan zinc atau konsentrasi zinc yang rendah pada pankreas dapat memperparah pankreatitis kronik, dikarenakan konsentrasi zinc yang menurun berbanding lurus dengan penurunan superoksida dismutase untuk melawan radikal bebas dan menjaga status antioksidan dalam tubuh (Kelleher *et al.*, 2011).

2.7 Kerangka Teori

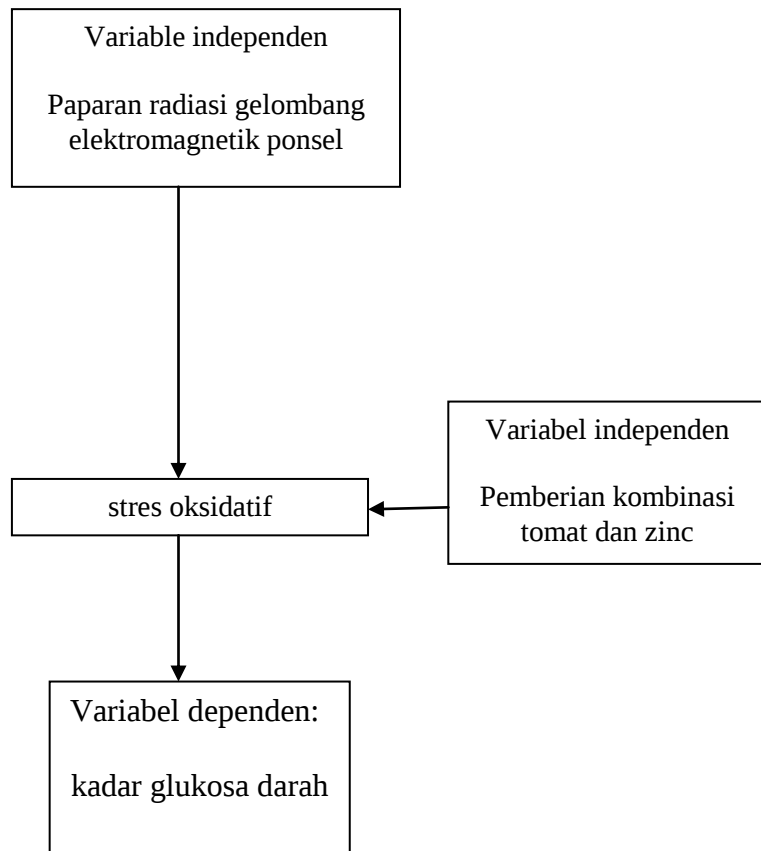
Kerangka teori dari penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 7. Kerangka teori (Meo & Rubeean, 20013; Sherwood, 2011)

2.8 Kerangka Konsep

Kerangka konsep dari penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 8. Kerangka Konsep

2.4 Hipotesis

Adapun hipotesis dari penelitian ini adalah:

Terdapat pengaruh pemberian kombinasi tomat dan zinc terhadap kadar glukosa darah tikus putih betina yang dipaparkan gelombang elektromagnetik ponsel.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian eksperimental murni. Penelitian ini menggunakan *Post Test Only Control Group Design*. Pengambilan data dilakukan pada akhir penelitian setelah dilakukannya perlakuan dengan membandingkan hasil pada kelompok yang diberi perlakuan dengan kelompok yang tidak diberi perlakuan.

3.2 Waktu dan Tempat penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di *Animal House* FK Unila dan Laboratorium Biologi Molekuler Fakultas Kedokteran Universitas Lampung. Hewan coba akan dipelihara di *Animal House* FK Unila dari masa adaptasi, perlakuan, hingga terminasi. Pengambilan darah dan pemeriksaan laboratorium akan dilakukan di Laboratorium Biologi Molekuler Fakultas Kedokteran Universitas Lampung. Penelitian ini akan dilakukan kurang lebih selama 35 hari.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat Penelitian

Alat – alat yang digunakan untuk penelitian ini diantaranya adalah neraca elektronik dengan kapasitas / daya baca 3000g/0,1g untuk menimbang berat tikus, kandang tikus, botol minum tikus, tempat makan tikus, *handscoon*, masker, sonde lambung, spuit, spektrofotometer, tabung glass, alat sentrifugasi, mikropipet, *Vacutainer serum*, ponsel dengan SAR = 1,56 W/kg, *logbook* dan alat tulis.

3.3.2 Bahan Penelitian

Bahan – bahan yang digunakan untuk penelitian adalah tikus putih (*Rattus novergicus*) dewasa betina galur *Sprague dawley*, *puree* tomat, zinc, sekam untuk kandang tikus, pakan tikus, dan air untuk minum tikus

3.4 Subyek Penelitian

3.4.1 Populasi

Populasi penelitian ini adalah tikus putih (*Rattus novergicus*) dewasa betina galur *Sprague dawley* berumur 2,5-3 bulan dengan berat antara 200-350 gram yang diperoleh dari Pusat Pengembangan Tikus di Palembang.

3.4.2 Sampel

Sampel pada penelitian ini adalah darah tikus putih galur *Sprague dawley* yang diberikan perlakuan dengan dosis dan dalam kurun waktu tertentu.

Besar sampel dihitung dengan metode rancangan acak lengkap dan dapat menggunakan rumus Frederer.

Rumus yang digunakan : $(t-1) (n-1) \geq 15$

Keterangan : t = Kelompok perlakuan

n = Jumlah sampel untuk 1 kelompok perlakuan

$$(5-1) (n-1) \geq 15$$

$$4 (n-1) \geq 15$$

$$4n-4 \geq 15$$

$$4n \geq 19$$

$$n \geq 4,75$$

$$n \geq 5$$

Besar sampel (N) = t x n

$$= 5 \times 5$$

$$= \mathbf{25 \text{ ekor tikus}}$$

Kelompok diberi tambahan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$N = f \frac{n}{1-f}$$

Keterangan :

N = besar sampel koreksi

n = jumlah sampel berdasarkan estimasi

f = perkiraan proporsi drop out sebesar 10% (Sastroasmoro dan Ismael, 2010)

kelompok diberi tambahan dengan rumusan sebagai berikut :

$$N = \frac{n}{1-f}$$

$$N = \frac{5}{1-f}$$

$$N = \frac{5}{1-10\%}$$

$$N = \frac{5}{0,9}$$

$$N = 5,55$$

$$N = 6 \text{ (Pembulatan ke atas)}$$

Jadi jumlah sampel yang diperlukan untuk menghindari terjadinya *drop out* adalah 30 ekor tikus putih betina.

Jadi dalam penelitian ini, dibutuhkan 30 ekor tikus putih (*Rattus novergicus*) betina galur *Sprague dawley* yang terbagi dalam 5 kelompok dengan masing- masing kelompok terdiri dari 5 ekor, yaitu:

- a. Kelompok kontrol negatif (K1), diberikan makan dan minum biasa ukuran sama seperti 4 kelompok lainnya.
- b. Kelompok kontrol positif (K2), yaitu tikus yang diberikan paparan gelombang elektromagnetik ponsel. Diberikan makan dan minum biasa ukuran sama seperti 4 kelompok yang lainnya.
- c. Kelompok perlakuan (P1), tikus betina dipaparkan gelombang elektromagnetik ponsel + pemberian kombinasi tomat dan zinc. Tomat akan dibentuk menjadi *puree* tomat. *Puree* tomat diberikan 1 kali dalam sehari dengan dosis 1,85 gram/ml/ekor/hari. Untuk zinc, diberikan dengan dosis 0,54 mg/ml/ekor dilarutkan dalam 6 ml akuades dengan pemberian 1 kali sehari. Selain itu diberikan makan dan minum biasa ukuran sama seperti 4 kelompok lainnya.

- d. Kelompok perlakuan (P2), tikus betina dipaparkan gelombang elektromagnetik ponsel + pemberian kombinasi tomat dan zinc. Tomat akan dibentuk menjadi *puree* tomat. *Puree* tomat diberikan 1 kali dalam sehari dengan dosis 3,7 gram/ml/ekor/hari. Untuk zinc, diberikan dengan dosis 0,27 mg/ml/ekor/hari dilarutkan dalam 6 ml akuades dengan pemberian 1 kali sehari. Selain itu diberikan makan dan minum biasa ukuran sama seperti 4 kelompok lainnya.
- e. Kelompok perlakuan (P3), tikus betina dipaparkan gelombang elektromagnetik ponsel + pemberian kombinasi tomat dan zinc. tomat akan dibentuk menjadi *puree* tomat. *Puree* tomat diberikan 1 kali dalam sehari dengan dosis 7,4 gram/ml/ekor/hari. Untuk zinc, diberikan dengan dosis 0,135 mg/ml/ekor/hari dilarutkan dalam 6 ml akuades dengan pemberian 1 kali sehari. Selain itu diberikan makan dan minum biasa ukuran sama seperti 4 kelompok lainnya.

3.4.3 Kriteria Inklusi dan Eksklusi

3.4.3.1 Kriteria Inklusi :

Kriteria inklusi pada penelitian ini adalah :

- a. Tikus yang sehat (tikus dengan bulu yang tidak rontok, bergerak aktif, konsumsi pakan dalam jumlah normal)
- b. Memiliki berat badan 250-350 gram
- c. Berjenis kelamin betina
- d. Berusia sekitar 2,5 – 3 bulan

3.4.3.2 Kriteria Eksklusi

Kriteria eksklusi pada penelitian ini adalah :

- a. Terdapat penurunan berat badan lebih dari 10 % setelah masa adaptasi di laboratorium.
- b. Tikus mati disela perlakuan.

3.5 Variabel Penelitian

3.5.1 Variabel Bebas (*Independent variable*)

Variabel bebas pada penelitian ini adalah tomat, zinc, dan paparan gelombang elektromagnetik ponsel.

3.5.2 Variabel Terikat (*Dependent variable*)

Variabel terikat pada penelitian ini adalah kadar glukosa darah tikus putih betina galur *Sprague dawley*.

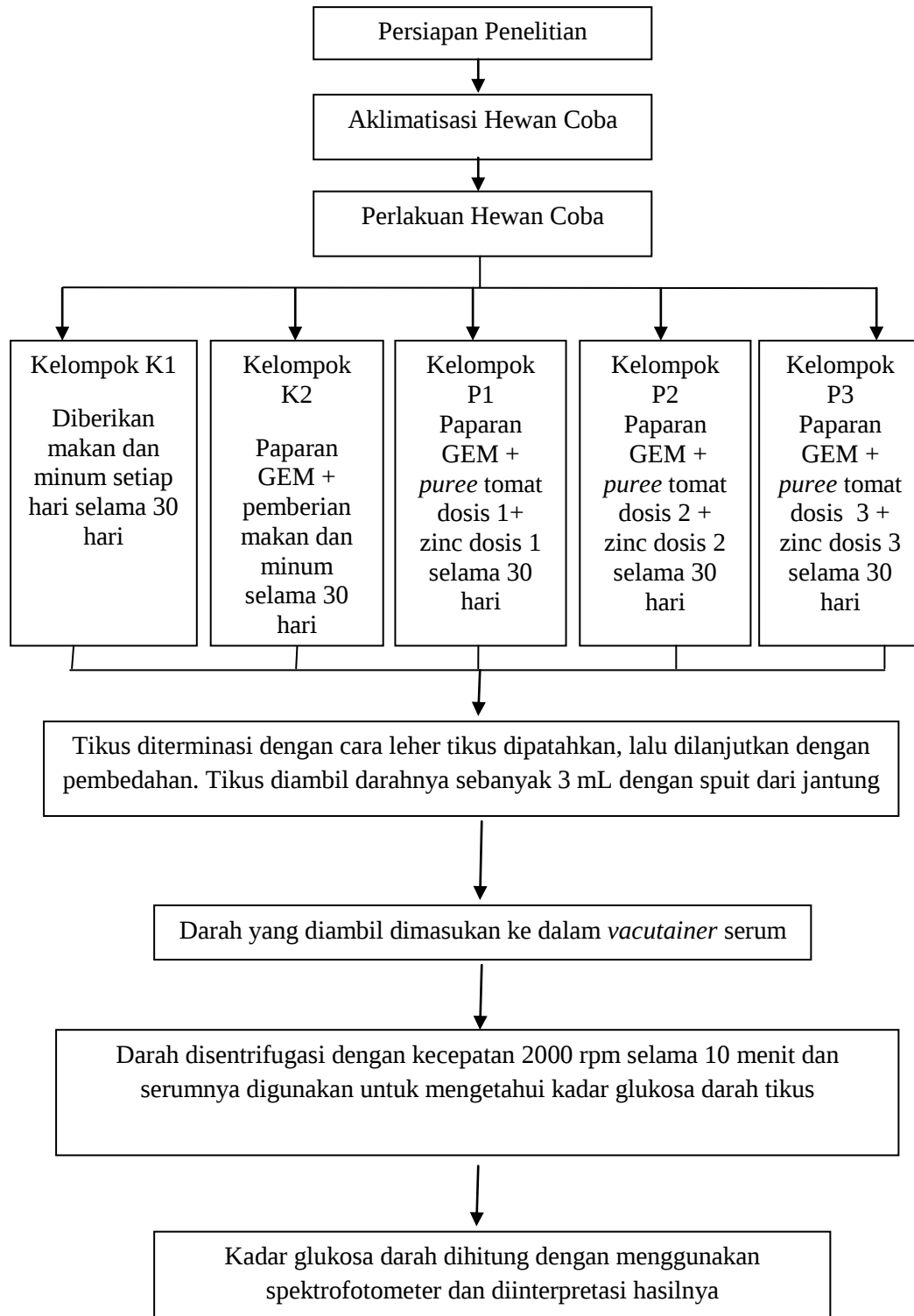
3.5.3 Definisi Operasional

Definisi operasional dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Definisi Operasional

Variabel	Definisi	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
Pemberian Paparan Gelombang Elektromagnetik Ponsel	Diberikan paparan gelombang elektromagnetik menggunakan ponsel dengan cara dihidupkan dan diaktifkan jaringan komunikasi dan dilakukan panggilan telpon 2 jam sehari selama 30 hari	<i>Stopwatch</i>	Jam	Kategorik
Pemberian Puree Tomat	<i>Puree</i> tomat diberikan dengan dosis 1,85 gram/ml/ekor/hari, 3,7 gram/ml/ekor/hari, 7,4 gram/ml/ekor/hari Diberikan 1x selama 30 hari	Hitung manual	Larutan dengan dosis dan konsentrasi tertentu	Numerik
Pemberian Zinc	Zinc diberikan dalam dosis 0,27 mg/ml, 0,135 mg/ml, dan 0,54 mg/ml yang masing-masing akan dilarutkan dengan 6ml akuades diberikan selama 30 hari.	Hitung manual	Larutan dengan dosis dan konsentrasi tertentu	Numerik
Kadar Glukosa Darah	Kadar glukosa darah dengan menggunakan spektrofotometer	Spektrofotometer	mg/dL	Numerik

3.6 Diagram Alir



Gambar 9. Diagram Alir.

3.7 Prosedur Penelitian

3.7.1 Pengadaan Hewan Coba

Hewan coba yang digunakan pada penelitian ini adalah tikus putih (*Rattus novergicus*) betina galur *Sprague dawley* yang berjumlah 25 ekor dan diperoleh dari Pusat Pengembangan Tikus di Palembang.

3.7.2 Aklimatisasi Hewan Coba

Tikus putih betina galur *Sprague dawley* yang berusia 2,5 – 3 bulan dengan berat badan 250-350 gram akan diadaptasi terlebih dahulu selama 7 hari dan diukur berat badannya. Selama masa adaptasi, tikus diberikan makan dan minum secara *ad libitum*. Suhu kandang dijaga sekitar 25°C dan tidak berkeadaan lembab serta pencahayaan yang mencukupi (Haqiqi, 2015).

3.7.3 Pembuatan *Puree* Tomat

Puree merupakan produk yang viskositas atau kekentalan nya sedang dan menyerupai bubur. tomat dibuat dengan cara memasak daging buah tomat hingga kekentalan yang diinginkan. Dalam proses pemanasan, kandungan likopen yang terdapat pada buah tomat tidak rusak, dan kadar likopennya tidak jauh berubah. Kandungan likopen akan meningkat 10x lipat apabila dibuat dalam bentuk pasta. *Puree* tomat diberikan dengan dosis 1,85 mg/ekor/hari, 3,7 mg/ekor/hari, dan 7,4 mg/ekor/hari.

Bahan yang digunakan adalah 1-2 kg tomat. Alat yang digunakan dalam pembuatan *puree* tomat adalah pisau, saringan, blender, baskom, panci, wadah / *cup* gelas dan *sealer*.

Cara membuat:

- a. Cuci buah tomat menggunakan air yang mengalir.
- b. Buah tomat dibelah menjadi 2 bagian. Air dibagian tengah dan biji buah tomat dibuang.
- c. Daging buah tomat diblansing dengan suhu 100°C selama kurang lebih 3 menit
- d. Tiriskan buah tomat dan kulitnya dikupas.
- e. Daging buah tomat dihancurkan dengan menggunakan blender hingga menjadi bubur tomat.
- f. *Puree* tomat yang sudah jadi, dapat dikemas dan kemudian dibekukan agar dapat memperpanjang jangka waktu penyimpanan (Dewanti *et al.*, 2010).

Dosis manusia akan dikonversi menjadi dosis tikus yaitu 0,018x dosis manusia. Dosis likopen manusia sekitar 0,36 mg/kgBB (Sulistiyowati, 2006). Dalam 100 gram tomat rebus mengandung 9700µg likopen. Perhitungan dosis tomat rebus agar mendapatkan 0,36 mg/kgBB sebagai berikut :

$$\frac{100gr}{x} = \frac{9700\mu g}{360\mu g}$$

$$x = \frac{360000gr}{9700}$$

$$x = 3,7 gr$$

Dosis *puree* tomat/tomat rebus yang diberikan adalah 3,7 gram, lalu diturunkan menjadi 1,85 gram, dan dinaikkan dua kali lipat menjadi 7,4 gram. Masing-masing akan dilarutkan pada 1 ml akuades.

- a. Dosis 1 merupakan 1,85 gram *puree* tomat yang dilarutkan dalam 1 ml akuades.
- b. Dosis 2 merupakan 3,7 gram *puree* tomat yang dilarutkan dalam 1 ml akuades.
- c. Dosis 3 merupakan 7,4 gram *puree* tomat yang dilarutkan dalam 1 ml akuades.

3.7.4 Pemberian Zinc

Dosis zinc yang dapat digunakan manusia yaitu 15 mg, 20 mg, dan 25 mg (Astuti *et al.*, 2009). Penelitian ini menggunakan zinc dalam bentuk serbuk dengan dosis yang dipakai adalah 15 mg. Dosis zinc tersebut dikonversi ke dalam dosis tikus dengan perbandingan berat badan tikus 200 gram dengan berat badan manusia 70 kg.

$\text{Dosis untuk tikus} = 0,018 \times 15 \text{ mg dosis zinc}$
--

Keterangan : x merupakan dosis yang digunakan pada manusia

Dosis yang telah didapatkan adalah 0,27 mg/ekor/hari, lalu diturunkan menjadi 0,135 mg/ekor/hari, dan dinaikkan dua kali lipat menjadi 0,54 mg/ekor/hari. Masing–masing dosis akan dilarutkan dengan menggunakan 100 ml akuades.

- a. Dosis 1 merupakan 0,54 mg/ekor/hari zinc yang dilarutkan dalam 6 ml akuades.
- b. Dosis 2 merupakan 0,27 mg/ekor/hari zinc yang dilarutkan dalam 6 ml akuades.
- c. Dosis 3 merupakan 0,135 mg/ekor/hari zinc yang dilarutkan dalam 6 ml akuades.

3.7.5 Pemberian Kombinasi *Puree* Tomat dan Zinc

Pemberian kombinasi tomat dan zinc dilakukan 1 kali sehari selama 35 hari dengan menggunakan sonde lambung yang dimasukkan ke dalam mulut tikus sebelum pemaparan gelombang elektromagnetik ponsel.

3.7.6 Induksi Paparan Gelombang Elektromagnetik Ponsel

Pemberian paparan gelombang elektromagnetik ponsel menggunakan ponsel jenis GSM dengan SAR = 1,56 W/kg. Pemberian paparan dilakukan di kandang yang memiliki tempat khusus untuk menaruh ponsel. Ponsel diletakkan dalam keadaan hidup dengan posisi ditengah – tengah kandang, lalu dilakukan panggilan telepon dengan menggunakan

ponsel lainnya. Tikus dimasukan ke dalam kandang tanpa fiksasi gerakan dan diberikan paparan sesuai dengan kelompok perlakuan.

3.7.7 Prosedur Pengambilan Darah Hewan Coba

Setelah 35 hari, tikus betina dari setiap kelompok akan diambil darahnya. Tikus diterminasi dengan cara dipatahkan lehernya, kemudian dilakukan pembedahan. Pengambilan darah yang berasal dari jantung menggunakan spuit sebanyak 3 mL lalu dikumpulkan dalam *vacutainer* serum (Dewi, 2015).

3.7.8 Prosedur Pemeriksaan Kadar Glukosa Darah

Darah yang telah diambil dan terdapat pada *vacutainer* serum terlebih dahulu dilakukan sentrifugasi sebesar 2000rpm selama 10 menit dan kemudian serumnya diambil untuk diukur kadar glukosa darah dengan menggunakan spektrofotometer (Dewi, 2015).

3.8 Analisis Statistika

Analisis statistik yang dilakukan menggunakan program komputer merupakan analisis bivariat. Analisis bivariat merupakan analisis yang digunakan untuk mengetahui adanya hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat dengan menggunakan uji statistik. Uji normalitas *Shapiro-Wilk* digunakan untuk melihat apakah hasil penelitian memiliki distribusi normal atau tidak normal, sampel yang digunakan ≤ 50 . Jika data terdistribusi normal, dilakukan uji *One Way Anova* dan jika data memiliki variansi data

homogen maka dilakukan uji parametrik. Pada uji *One Way Anova* didapatkan hasil $p < 0,5$ maka dilanjutkan dengan melakukan analisis *post-hoc* LSD untuk melihat perbedaan antar kelompok perlakuan.

3.9 *Ethical Clearence*

Ethical Clearence penelitian ini didapatkan dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung dan telah mendapatkan persetujuan pada tanggal 3 Januari 2017 dengan nomor surat 3088/UN26.8/DL/2016 (terlampir). Prinsip yang diterapkan pada protokol penelitian yaitu 3R yang terdiri dari *Replacement*, *Reduction* dan *Refinement*.

1. *Replacement*, adalah keperluan memanfaatkan hewan percobaan sudah diperhitungkan secara seksama, baik dari pengalaman terdahulu maupun literatur untuk menjawab pertanyaan penelitian dan tidak dapat digantikan oleh makhluk hidup lain seperti sel atau biakan jaringan.
2. *Reduction*, adalah pemanfaatan hewan dalam penelitian sesedikit mungkin, tetapi tetap mendapatkan hasil yang optimal.
3. *Refinement*, adalah memperlakukan hewan coba secara manusiawi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh pemberian kombinasi tomat dan zinc terhadap kadar glukosa darah tikus putih betina yang dipaparkan gelombang elektromagnetik ponsel.

5.2 Saran

Berikut ini saran bagi peneliti selanjutnya :

1. Peneliti lain disarankan dapat menggunakan ekstrak likopen agar hasil yang didapatkan lebih efektif.
2. Peneliti selanjutnya dapat menggunakan paparan gelombang elektromagnetik lain yang lebih besar dan dapat meneliti organ lain.
3. Peneliti lain disarankan untuk menambah durasi waktu pemberian paparan gelombang elektromagnetik untuk mengetahui efek pada variabel yang sama.
4. Peneliti lain disarankan untuk dapat mengombinasikan bahan-bahan alami lain untuk mengetahui efek pada variabel yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier S. 2010. Prinsip Dasar Ilmu Gizi. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
- Agarwal S, Rao A. 2000. Tomato lycopene and its role in human health and chronic diseases. CMAJ: Canadian Medical Association Journal. 163(6). 739–44.
- Akinnuga AM, Bamidele O, Ebunlomo OA, Adeniyi OS, Adeleyea GS, Ebomuche LC. 2010. Hypoglycemic Effect of Dietary Intake of Ripe and Unripe *Lycopersicum esculentum* (Tomatoes) on Streptozotocin-Induced Diabetes Mellitus in Rats. OnLine J Biol Sci. 10(2): 50-53.
- Astuti S. 2008. Isoflavon Kedelai dan Potensinya Sebagai Penangkap Radikal Bebas. Teknologi Industri dan Hasil Pertanian Universitas Lampung. 13(2):126-136.
- Astuti YD. 2012. Pengaruh Pemberian Jus Tomat Terhadap Kadar Glukosa Darah Pada Prediabetes [Artikel Penelitian]. Semarang : Universitas Diponegoro.
- Bhowmik D, Kumar KPS, Paswan S, Srivastava S. 2012. Tomato-A Natural Medicine and Its Health Benefits. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 1(1): 33–43.
- Bose KSC, Agrawal BK. 2006. Effect of Long Term Supplementation of Tomatoes (Cooked) on Levels of Antioxidant Enzymes, Lipid Peroxidation Rate, Lipid Profile and Glycated Haemoglobin in Type 2 Diabetes Mellitus. West Indian Med J. 55(4): 274.

- Brown MJ, Mario GF, Nguyen ML, Dale AC, Alison LE, Steven JS *et al.* 2004. Carotenoid Bioavailability is Higher from Salads Ingested with Full-Fat than with Fat-Reduced Salad Dressings as Measured with Electrochemical Detection. *Am J Clin.* 80: 396-403.
- Celikozlu SD, Ozyurt MS, Cimbiz A, Yardimoglu MY, Cayci MK, Ozay Y. 2012. The effects of long term exposure of magnetic field via 900-MHz GSM radiation on some biochemical parameters and brain histology in rats. *Electromagn Biol Med.* 31(4):344 –355.
- Chairunnisa R. 2012. Pengaruh Jumlah Pasta Tomat Terhadap Kadar Glukosa Darah pada Mencit diabetes. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian.* 45: 1-12.
- Chauhan K, Sharma S, Agarwal N, Chauhan B. 2011. Lycopene of Tomato Fame: It's Role in Health and Disease. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Researches.* 10(1): 99-107.
- Crumpton MJ. 2005. The Bernal Lecture 2004 Are Low-Frequency Electromagnetic Fields a Health Hazard?. *Phi Trans R Soc B.* 360: 1223- 30.
- Enny.2014. Efek samping penggunaan ponsel. *Gema Teknologi.* 17(4):178–183.
- Derrickson, B. Tortora, G. 2012. *Principles of Anatomy and Physiology* 13th ed. Willey.
- Devi B, Nandakishore TH, Sangeeta N, Basar G, Devi NO, Jamir S *et al.* 2014. Zinc in Human Health. *IOSR journal of Dental and Medical Science.* 13(7): 18-23.
- Dewanti T, Rukmini WD, Nurcholis M, Maligan JM. 2010. *Aneka Produk Olahan Tomat dan Cabe.* Malang: Universitas Brawijaya.
- Dewi IK. 2015. Pengaruh Pemberian Ekstrak Etanol Kulit Manggis (*Garcinia Mangostana L.*) Terhadap Kadar Glukosa Darah Tikus Putih (*Rattus novergicus*) Jantan Galur Sprague dawley Yang diberi Paparan Gelombang Elektromagnetik Handphone Periode Kronik [Skripsi]. Lampung. Universitas Lampung

- Giugliano D, Ceriello A, Esposito K. 2008. Glucose Metabolism and Hyperglycemia 1 – 5. *Am J Clin Nutr.* 87: 217–222.
- Greenstein B, Wood D. 2010. *At a Glance Sistem Endokrin*. Jakarta: Erlangga.
- Gye MC, Park CJ. 2012. Effect of Electromagnetic Field Exposure on the Reproductive System. *Clin Exp Reprod Med.* 39(1): 1–9.
- Haqiqi FN. 2015. Pengaruh Madu Bee pollen Terhadap Gambaran Histopatologi Gaster Tikus Putih Jantan Galur Sprague dawley Yang Diinduksi Ibuprofen [Skripsi]. Lampung. Universitas Lampung.
- Idayati R. 2011. Pengaruh Radiasi Handphone Terhadap Kesehatan. *Jurnal Kedokteran Syah Kuala.* 11(2):115–120.
- Kamus Kedokteran Dorland. 2005. 20th ed. Jakarta: EGC.
- Kandhalu P. 2013. Effects Of Cortisol On Physical And Psychological Aspects Of The Body And Effective Ways By Which One Can Reduce Stress. *Berkeley Scientific Journal.* 18(1): 14–15.
- Kailaku SI, Dewandari KT, Sunarmani. 2007. Potensi Likopen dalam Tomat untuk Kesehatan. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian.* 3: 52-56.
- Khaki AA, Ali-Hemmati A, Nobahari R. 2015. A study of the effects of electromagnetic field on islets of langerhans and insulin in rats. *Crescent JMed & Biol Sci.* 2(1): 1 – 5.
- Kelleher SL, McChormic NH, Velasquez V, Lopez V. 2011. Zinc in Specialized Secretory Tissues: Roles in The Pancreas, Prostate and Mammary Gland. *Adv Nutr.* 2: 101-111.
- Novita M, Satriana S, Hasmarita E. 2015. Kandungan Likopen Dan Karotenoid Buah Tomat (*Lycopersicum Pyriforme*) Pada Berbagai Tingkat Kematangan: Pengaruh Pelapisan Dengan Kitosan Dan Penyimpanan. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pertanian Indonesia.* 7(1): 35-37.

- Mahdavi SM, Sahraei H, Yaghmaei PT, avakoli H. 2014. Effects of Electromagnetics Radiation Exposure on Stress-related Behaviors and Stress Hormones in Male Wistar Rats. *Biomol Ther.* 22(6):570–576.
- Meo SA, Rubeaan KA. 2013. Effects of Exposure to Electromagnetic Field Radiation (EMFR) Generated by Activated Mobile Phones on Fasting Blood Glucose. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health.* 26(2): 235–241.
- Michael L, Luke K, Romero LM, Butler LK. 2007. Endocrinology of Stress. *International Journal Of Comparative Psychology.* 20(2): 90-91.
- Miller WL, Auchus RJ. 2011. The Molecular Biology, Biochemistry, and Physiology of Human Steroidogenesis and its Disorder. *Endocr Rev.* 32(1): 81–151.
- Murray RK, Granner DK, Rodwell VW. 2012. *Biokimia Harper*. Jakarta: EGC.
- Mustofa S. 2013. *Metabolisme Karbohidrat*. [Diakses pada tanggal 15 Oktober 2016]. Tersedia dari: <http://www.staff.unila.ac.id>.
- Oteiza PI. 2013. Zinc and the Modulation of Redox Homeostasis. *Free Radic Biol Med.* 53(9):1748–1759.
- Parada J, Aguilera JM. 2007. Food Microstructure Affects the Bioavailability of Several Nutrients. *J Food Sci.* 72(2):R21–32.
- Plum LM, Rink L, Hajo H. 2010. The Essential Toxin: Impact of Zinc on Human Health. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* 7(4): 1342–1365.
- Randall M. 2011. *The Physiology Of Stress: Cortisol and the Hypothalamic-Pituitary-Adrenal Axis*. Dartmouth Undergraduate Journal Of Science. Diakses pada tanggal: 15 Oktober 2016. Tersedia dari : <http://www.dujs.dartmouth.edu>

- Rahman T, Hosen I, Islam MMT, Shekhar HU. 2012. Oxidative stress and human health. *Advances in Bioscience and Biotechnology*. 03(07): 997–1019.
- Rahmawati S & Rifqiyati N. 2014. Efektivitas ekstrak kulit batang, akar, dan daun sirsak (*Annona muricata* L) terhadap kadar glukosa darah. *J. Kaunia*. 10(2): 81 –91.
- Sastroasmoro S, Ismael S. 2010. *Dasar - Dasar Metodologi Penelitian Klinis* (3rd ed.). Jakarta: Sagung Seto.
- Seyednour R, Chekaniazar V. 2011. Effects of exposure to cellular phones 950 MHz electromagnetic fields on progesterone, cortisol and glucose level in female hamsters (*Mesocricetus auratus*). *Asian J. Anim. Vet. Adv.* 6(11):1084 –1088.
- Smith SM, Vale WW. 2006. The Role Of Hypothalamic-Pituitary-Adrenal Axis in Neuroendocrine Responses to Stress. *Dialogues Clin Neurosci*. 8: 383–395.
- Susantiningih T. 2015. *Biokimia Stres Oksidatif dan Prosedur Laboratorium*. Bandar Lampung : Aura Printing & Publishing.
- Sherwood L. 2011. *Fisiologi Manusia dari Sel ke Sistem*. Jakarta : EGC.
- Story EN, Kopec RE, Schwartz SJ, Harris GK. 2010. An Update on the Health Effects of Tomato Lycopene. *Annu Rev Food Sci Technol*. 1: 1–24.
- Sulistyowati Y. 2006. Pengaruh Pemberian Likopen Terhadap status Antioksidan (Vitamin C, Vitamin E dan Gluthathion Peroksidase) tikus (*Rattus norvegicus* galur *Sprague dawley*) Hiperkolesterolemik Program Pascasarjana [Tesis]. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Susilo J. 2000. Pengaruh Vitamin C terhadap Absorpsi Seng Secara In Vitro [Tesis]. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Swamardika IBA. 2009. Pengaruh Gelombang Elektromagnetik Terhadap Keshatan Manusia (Suatu Kajian Pustaka). *Jurnal Teknologi Elektro*. 8(1):106–109.

- Tameh MA, Ahmadi R, Gohari A. 2014. Long Term Exposure to Cell Phone Radiation and Stress. Paper presented at the International Conference on Earth, Environment and Life Sciences (EELS-2014), Dubai, UEA, 23rd – 24th December.
- Tazrout L, Talea K, El Amrani S, M'Touguy I, Boubeker B, Taki H *et al.* 2014. Effects of Chronic Exposure to Electromagnetic Waves at 930 MHz Frequency on Oxidative Stress in Plasma and Some Organs of Wistar Rats. *Indian Journal of Research*. 3(7): 2-5.
- Taylor CG. 2005. Zinc, The Pancreas, and Diabetes: Insights from Rodent Studies and Future Direction. *Biometals*. 18: 305.
- Winarsi H. 2007. *Antioksidan Alami dan Radikal Bebas*. Yogyakarta : Penerbit Kanisius.
- Victorya RM. 2015. Pengaruh Gelombang Elektromagnetik Handphone Terhadap Jumlah dan Motilitas spermatozoa tikus putih jantan (*Rattus norvegicus*) galur *Sprague dawley* [skripsi]. Bandar Lampung: Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.