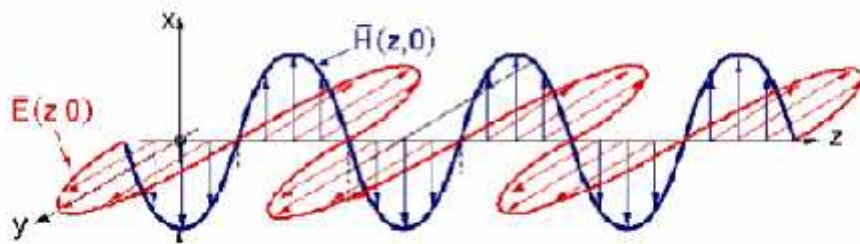


## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Gelombang Elektromagnetik

Gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang dihasilkan dari perubahan medan magnet dan medan listrik secara berurutan, dimana arah getar vektor medan listrik dan medan magnet saling tegak lurus (Rahmatullah, 2009).



**Gambar 2.1** Gelombang Elektromagnetik (Anonim, 2013)

Inti teori Maxwell mengenai gelombang elektromagnetik adalah:

- 1) Perubahan medan listrik dapat menghasilkan medan magnet.
- 2) Cahaya termasuk gelombang elektromagnetik. Cepat rambat gelombang elektromagnetik ( $c$ ) tergantung dari permitivitas ( $\epsilon$ ) dan permeabilitas ( $\mu$ ) zat (Gornick, 2005). Penelitian mengenai pengaruh gelombang mikro terhadap tubuh manusia menyatakan bahwa untuk daya sampai dengan  $10 \text{ mW/cm}^2$  masih termasuk dalam nilai ambang batas aman (Wardhana, 2000).

Gelombang elektromagnetik dapat dibedakan berdasarkan frekuensinya, menjadi (Swamardika, 2009):

1. *Static Electro-Magnetic Field (EMF)* (0 Hz). Sumbernya antara lain medan elektromagnet alam dan elektrolisis industrial.
2. *Extremely Low-Frequency (ELF) Electro-Magnetic Field (EMF)* (0-300 Hz). Gelombang elektromagnetik ini dihasilkan tidak hanya ketika aliran listrik dihantarkan melalui kabel listrik, tetapi juga ketika digunakan dalam alat elektronik. Frekuensi gelombang ini ketika dihasilkan oleh alat elektronik adalah sekitar 50-60 Hz.
3. *Intermediate Frequency Electro-Magnetic Field (EMF)* (300 Hz – 100 kHz). Sumbernya antara lain detektor metal dan *hands free*.
4. *Radio Frequency (RF) Electro-Magnetic Field (EMF)* (100 kHz – 300 GHz). Sumbernya antara lain gelombang TV, radio, ponsel, dan oven.

Menurut *The National Radiological Protection Board (NPRB) UK*, Inggris, (dalam Swamardika, 2009) efek yang ditimbulkan oleh radiasi gelombang elektromagnetik dari telepon seluler dibagi menjadi dua yaitu:

1. Efek fisiologis

Efek fisiologis merupakan efek yang ditimbulkan oleh radiasi gelombang elektromagnetik tersebut yang mengakibatkan gangguan pada organ-organ tubuh manusia berupa, kanker otak dan pendengaran, tumor, perubahan pada jaringan mata, termasuk retina dan lensa mata, gangguan pada reproduksi, hilang ingatan, kepala pusing.

## 2. Efek psikologis

Merupakan efek kejiwaan yang ditimbulkan oleh radiasi tersebut misalnya timbulnya stres dan ketidaknyamanan karena penyinaran radiasi berulang-ulang.

### **B. Ponsel (*Handphone*)**

Telepon selular (ponsel) atau *handphone* (HP) atau adalah perangkat telekomunikasi elektronik yang mempunyai kemampuan dasar yang sama dengan telepon konvensional saluran tetap, namun dapat dibawa kemana-mana (*portable, mobile*) dan tidak perlu disambungkan dengan jaringan telepon menggunakan kabel (Zambrana, 2010).

Terdapat dua sistem yang digunakan pada ponsel, yaitu *Global System for Mobile Telecommunication* (GSM) dengan frekuensi 800 MHz, 900 MHz, dan 1800 MHz dan *Code Divission Multiple Acces* (CDMA) dengan frekuensi 450 MHz, 800 MHz, dan 1900 MHz. Berdasarkan rentangan frekuensi tersebut gelombang elektromagnetik ponsel berada pada spektrum gelombang mikro (Mahardika, 2005).

Telepon seluler (ponsel) mentransmisikan dan menerima sinyal dari dan ke substasiun yang ditempatkan ditengah kota. Substasiun yang menerima sinyal paling jernih dari telepon seluler memberikan pesan ke jaringan telepon lokal jarak jauh. Jaringan *Personal Communication Services* (PCS) mirip dengan sistem telepon seluler. PCS menyediakan komunikasi suara dan data didesain untuk menjangkau daerah yang luas. Pita frekuensi 800 sampai

dengan 3000 MHz telah diizinkan untuk peralatan komunikasi ini (Kobb,1993).

Karena telepon seluler atau unit PCS harus berhubungan dengan substasiun yang diletakkan beberapa kilometer jauhnya, pancaran dari peralatan ini harus cukup kuat untuk memastikan sinyalnya bagus. Peralatan ini memancarkan daya sekitar 0,1 sampai dengan 1,0 W. Tingkat daya dari antena ini aman untuk kesehatan kepala (Fischetti, 1993).

## **C. Kecemasan**

### **1. Definisi Kecemasan**

Kecemasan atau dalam Bahasa Inggrisnya *anxiety* berasal dari Bahasa Latin *angustus* yang berarti kaku, dan *ango, anci* yang berarti mencekik (Trismiati, 2004). Kecemasan adalah suatu keadaan patologis yang ditandai oleh perasaan ketakutan disertai tanda somatik pertanda sistem saraf otonom yang hiperaktif (Kaplan dan Saddock, 2012). Menurut Videbeck (2008), gangguan ansietas adalah sekelompok kondisi yang memberi gambaran penting tentang ansietas yang berlebihan, disertai respon perilaku, emosional, dan psikologis. Kecemasan dianggap patologis bilamana mengganggu fungsi sehari-hari, pencapaian tujuan, dan kepuasan atau kesenangan yang wajar (Maramis, 2005).

### **2. Etiologi Kecemasan**

Terdapat beberapa teori mengenai penyebab kecemasan (Maramis, 2005):

## 1) Teori Psikologis

Dalam teori psikologis terdapat 3 bidang utama:

### a) Teori Psikoanalitik

Freud menyatakan bahwa kecemasan adalah suatu sinyal kepada ego yang memberitahukan adanya suatu dorongan yang tidak dapat diterima dan menyadarkan ego untuk mengambil tindakan defensif terhadap tekanan dari dalam tersebut. Idealnya, penggunaan represi sudah cukup untuk memulihkan keseimbangan psikologis tanpa menyebabkan gejala, karena represi yang efektif dapat menahan dorongan di bawah sadar. Namun jika represi tidak berhasil sebagai pertahanan, mekanisme pertahanan lain (seperti konversi, pengalihan, dan regresi) mungkin menyebabkan pembentukan gejala dan menghasilkan gambaran gangguan neurotik yang klasik (seperti histeria, fobia, neurosis obsesif-kompulsif).

### b) Teori perilaku

Teori perilaku menyatakan bahwa kecemasan disebabkan oleh stimuli lingkungan spesifik. Pola berpikir yang salah, terdistorsi, atau tidak produktif dapat mendahului atau menyertai perilaku maladaptif dan gangguan emosional. Penderita gangguan cemas cenderung menilai lebih terhadap derajat bahaya dalam situasi tertentu dan menilai rendah kemampuan dirinya untuk mengatasi ancaman.

c) Teori eksistensial

Teori ini memberikan model gangguan kecemasan umum dimana tidak terdapat stimulus yang dapat diidentifikasi secara spesifik untuk suatu perasaan kecemasan yang kronis.

2) Teori Biologis

Peristiwa biologis dapat mendahului konflik psikologis namun dapat juga sebagai akibat dari suatu konflik psikologis.

a) Sistem saraf otonom

Stresor dapat menyebabkan pelepasan epinefrin dari adrenal melalui mekanisme berikut ini:

Ancaman dipersepsi oleh panca indera, diteruskan ke *Reticular Activating System (RAS)*, korteks serebri, sistem limbik dan, lalu ke hipotalamus dan hipofisis. Kemudian kelenjar adrenal mensekresikan katekolamin dan terjadilah stimulasi saraf otonom (Mudjaddid, 2006).

Hiperaktivitas sistem saraf otonom akan mempengaruhi berbagai sistem organ dan menyebabkan gejala tertentu, misalnya: kardiovaskuler (contohnya: takikardi), muskuler (contohnya: nyeri kepala), gastrointestinal (contohnya: diare), dan pernafasan (contohnya: nafas cepat).

b) Neurotransmitter

Tiga neurotransmitter utama yang berhubungan dengan kecemasan adalah norepinefrin, serotonin, dan *gamma-aminobutyric acid (GABA)*.

### **Norepinefrin**

Pasien yang menderita gangguan kecemasan mungkin memiliki sistem noradrenergik yang teregulasi secara buruk. Badan sel sistem noradrenergik terutama berlokasi di lokus sereleus di pons rostral dan aksonnya keluar ke korteks serebral, sistem limbik, batang otak, dan medula spinalis. Percobaan pada primata menunjukkan bahwa stimulasi lokus sereleus menghasilkan suatu respon ketakutan dan ablasi lokus sereleus menghambat kemampuan binatang untuk membentuk respon ketakutan. Pada pasien dengan gangguan kecemasan, khususnya gangguan panik, memiliki kadar metabolit noradrenergik yaitu *3-methoxy-4-hydroxyphenylglycol* (MHPG) yang meninggi dalam cairan serebrospinalis dan urin.

### **Serotonin**

Badan sel pada sebagian besar neuron serotonergik berlokasi di *nucleus raphe* di batang otak rostral dan berjalan ke korteks serebral, sistem limbik, dan hipotalamus. Pemberian obat serotonergik pada binatang menyebabkan perilaku yang mengarah pada kecemasan. Beberapa laporan menyatakan obat-obatan yang menyebabkan pelepasan serotonin, menyebabkan peningkatan kecemasan pada pasien dengan gangguan kecemasan.

### ***Gamma-aminobutyric acid* (GABA)**

Peranan GABA dalam gangguan kecemasan telah dibuktikan oleh manfaat *benzodiazepine* sebagai salah satu obat beberapa jenis gangguan kecemasan. *Benzodiazepine* yang bekerja meningkatkan

aktivitas GABA pada reseptor GABAA terbukti dapat mengatasi gejala gangguan kecemasan umum bahkan gangguan panik. Beberapa pasien dengan gangguan kecemasan diduga memiliki fungsi reseptor GABA yang abnormal (Kaplan dan Saddock, 2012).

### **3. Tanda dan Gejala Kecemasan**

Menurut Stuart (2009), tanda dan gejala kecemasan dapat dilihat dari respon fisiologis, perilaku, kognitif, dan afektif, sebagai berikut:

#### **1) Respon Fisiologis**

Pada kardiovaskuler dapat ditemui respon berupa palpitasi, jantung berdebar, tekanan darah meningkat, rasa ingin pingsan, pingsan, tekanan darah menurun, denyut nadi menurun. Pada pernapasan, dapat ditemui respon berupa napas cepat, sesak napas, dada seperti tertekan, napas dangkal, pembengkakan pada tenggorokan, leher rasa tercekik, napas terengah-engah. Pada sistem neuromuskular dapat ditemui respon berupa reflek menngkat, reflek terkejut, mata berkedip-kedip, insomnia, tremor, rigisitas, gelisah mondar-mandir, wajah tegang, kelemahan umum, tungkai lemah, melakukan gerakan yang janggal (diluar kontrol). Pada gastrointestinal dapat ditemui respon berupa kehilangan nafsu makan, menolak makan, rasa tidak nyaman pada abdomen, nyeri abdomen, mual, dan diare. Pada saluran kemih dapat ditemui respon berupa tidak dapat menahan kencing, sering berkemih. Pada kulit dapat ditemui respon berupa wajah kemerahan, berkeringat



setempat (misalnya telapak tangan), gatal, rasa panas, dan dingin pada kulit, wajah pucat, dan berkeringat pada seluruh tubuh.

2) Respon Perilaku

Pada perilaku dapat ditemui respon berupa kegelisahan, ketegangan fisik, tremor, reaksi terkejut, bicara cepat, kurang koordinasi, cenderung mengalami cedera, menarik diri dari hubungan interpersonal, inhibisi, melarikan diri dari masalah, menghindar, hiperventilasi, dan sangat waspada.

3) Respon Kognitif

Pada kognitif dapat ditemui respon berupa perhatian terganggu, konsentrasi buruk, pelupa, salah memberikan penilaian, hambatan berpikir, lapang persepsi menurun, kreativitas menurun, produktivitas menurun, bingung, sangat waspada, kesadaran diri, kehilangan objektifitas, takut kehilangan kendali, takut pada gambaran visual, takut cedera atau kematian, kilas balik, dan mimpi buruk.

4) Respon Afektif

Pada afektif dapat ditemui respon berupa mudah terganggu, tidak sabar, gelisah, tegang, gugup, ketakutan, waspada, kengerian, kekhawatiran, kecemasan, mati rasa, rasa bersalah, dan malu.

#### **4. Macam-Macam Kecemasan**

Menurut Freud (dalam Gerald, 1995) kecemasan dapat dikategorikan menjadi tiga yaitu :

- a. Kecemasan Realitas, yaitu ketakutan terhadap bahaya yang datang dari dunia luar dengan taraf tingkat kecemasannya sesuai dengan derajat ancaman yang ada.
- b. Kecemasan Neurotik, yaitu kecemasan terhadap tidak terkendalinya naluri yang menyebabkan seseorang melakukan tindakan yang bisa mendatangkan hukuman baginya.
- c. Kecemasan Moral, yaitu ketakutan terhadap hati nurani. Misalnya seorang yang hati nuraninya berkembang dengan baik cenderung merasa berdosa jika melakukan sesuatu yang bertentangan dengan kode moral yang dimilikinya.

## **5. Tingkatan Kecemasan**

Cameron (1980) (dalam Wuriandari, 2007) menyatakan bahwa kecemasan dapat terjadi dalam berbagai intensitas, yaitu:

### *a. Anxiety Reaction*

Kecemasan ini terjadi dalam intensitas yang rendah, individu tidak mengetahui dari mana atau apa penyebab kecemasan. Hal ini berlangsung secara terus menerus atau pada suatu jangka waktu yang cukup lama.

### *b. Chronic Anxiety Reaction*

Kecemasan ini terjadi dalam intensitas yang akut dan disertai oleh perubahan pada alat-alat tubuh seperti adanya gangguan pada alat pernafasan, *cardio-vascular* dan gastrointestinal.

c. *Panic Reaction*

Kecemasan ini terjadi dalam intensitas yang merupakan keadaan serangan kecemasan yang maksimal. Ketegangan yang dirasakan individu begitu kuatnya sehingga dapat bertindak agresif, maka kadang-kadang ada keinginan untuk bunuh diri. Kesadaran akan dirinya begitu menurun sehingga tidak memperhatikan lagi kepentingan dirinya sendiri. Reaksi panik dapat pula menyerupai manifestasi psikotik dimana ego mengalami disintegrasi yang disertai delusi dan halusinasi.

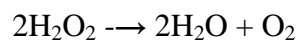
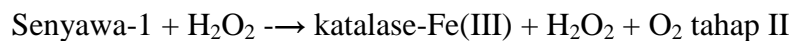
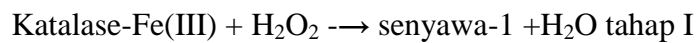
Bucklew (dalam Mu'arifah, 2005) membagi kecemasan menjadi dua tingkat, yaitu:

- a. Tingkat psikologis, artinya kecemasan yang berwujud gejala kejiwaan seperti tegang, bingung, khawatir, sukar berkonsentrasi dan perasaan tidak menentu atau gelisah.
- b. Tingkat fisiologis, artinya kecemasan sudah mempengaruhi atau terwujud pada gejala fisik, terutama pada fungsi sistem saraf pusat, misalnya: tidak dapat tidur, jantung berdebar-debar, keluar keringat dingin berlebihan, sering gemetar dan perut mual.

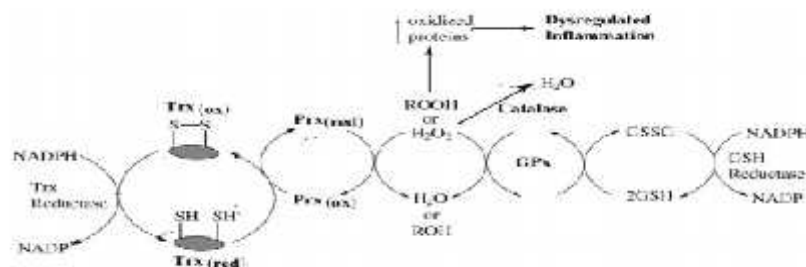
#### **D. Enzim Katalase**

Katalase adalah suatu hemoprotein yang mengandung empat gugus heme. Katalase ditemukan dalam darah, sumsum tulang, membran mukosa, ginjal, dan hepar. Fungsinya adalah menghancurkan hidrogen peroksida yang terbentuk oleh kerja oksidase (Murray, *et al.*, 2009).

Katalase sebagai salah satu antioksidan endogen merupakan senyawa yang hemotetramer dengan Fe sebagai kofaktor disandi oleh gen kromosom 11 dan mutasi pada gen ini dapat menyebabkan akatalasemia. Katalase termasuk dalam golongan enzim hidropersidase karena dapat mengkatalisis substrat hidrogen peroksida atau peroksida organik. Di dalam sel, katalase ditemukan di dalam peroksisom. Mekanisme aktivitas katalase sebagai antioksidan dengan cara mengkatalisis pemecahan  $\text{H}_2\text{O}_2$  menjadi  $\text{H}_2\text{O}$  dan  $\text{O}_2$ , adalah sebagai berikut (Kumar dkk, 2008).



Kapasitas reduksi katalase berbanding lurus dengan konsentrasi  $\text{H}_2\text{O}_2$  dimana pada suasana  $\text{H}_2\text{O}_2$  konsentrasi tinggi maka kapasitas reduksi katalase meningkat, sedangkan pada konsentrasi rendah kapasitasnya menurun. Hal ini disebabkan karena katalase memerlukan reaksi dua molekul  $\text{H}_2\text{O}_2$  dalam proses reduksinya (Cemeli dkk, 2009; Tukan, 2014). Gambar 2.2 menjelaskan reaksi pemecahan hidrogen peroksida dan hidropersida organik secara enzimatik (Day, 2009).



**Gambar 2.2** Penangkapan Endogen Peroksida Seluler (Day, 2009)

Senyawa  $H_2O_2$  merupakan salah satu senyawa oksigen reaktif yang dihasilkan pada proses metabolisme di dalam sel.  $H_2O_2$  merupakan sumber toksik berbagai macam penyakit karena dapat bereaksi menimbulkan kerusakan jaringan. Selain itu,  $H_2O_2$  dianggap sebagai metabolit kunci karena stabilitasnya relatif tinggi, cepat menyebar dan terlibat dalam sirkulasi sel (Tukan, 2014).

Katalase di samping mendukung aktivitas enzim SOD juga dapat mengkatalisa perubahan berbagai macam peroksida dan radikal bebas menjadi oksigen dan air. Enzim-enzim ini mampu menekan atau menghambat pembentukan radikal bebas dengan cara memutus reaksi berantai dan mengubahnya menjadi produk lebih stabil. Reaksi ini disebut *chain-breaking-antioxydant* (Tukan, 2014).

#### **E. Tikus putih**

Tikus putih (*Rattus norvegicus*) merupakan hewan pengerat dan sering digunakan sebagai hewan percobaan atau digunakan untuk penelitian, dikarenakan tikus merupakan hewan yang mewakili dari kelas mamalia, sehingga kelengkapan organ, kebutuhan nutrisi, metabolisme biokimianya, sistem reproduksi, pernafasan, peredaran darah dan ekskresi menyerupai manusia (Isroi, 2010). Klasifikasi Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) sebagai berikut (Akbar, 2010).

Kingdom : Animalia

Filum : *Chordata*

Subfilum : *Vertebrata*

Kelas : *Mamalia*  
Ordo : *Rodentia*  
Familia : *Muridae*  
Genus : *Rattus*  
Spesies : *Rattus norvegicus*



**Gambar 2.3** Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) Galur *Sprague dawley* (Akbar, 2010)

Tikus putih yang digunakan untuk percobaan laboratorium yang dikenal ada tiga macam galur yaitu *Sprague dawley*, *Long evans* dan *Wistar*. Tikus putih memiliki beberapa sifat yang menguntungkan sebagai hewan uji penelitian diantaranya perkembangbiakannya cepat, mempunyai ukuran yang lebih besar dari mencit, mudah dipelihara dalam jumlah yang banyak. Tikus putih memiliki ciri-ciri morfologis seperti albino, kepala kecil, dan ekor yang lebih panjang dibandingkan badannya, pertumbuhannya cepat, temperamennya baik, kemampuan laktasi tinggi, dan tahan terhadap arsenik tiroksid. Di Indonesia hewan percobaan ini sering dinamakan tikus besar. Dibandingkan dengan tikus liar, tikus laboratorium lebih cepat menjadi dewasa dan umumnya lebih mudah berkembang biak. Berat badan tikus laboratorium lebih ringan dibandingkan dengan berat badan tikus liar.

Biasanya pada umur empat minggu beratnya 35-40 gram, dan berat dewasa rata-rata 200-250 gram (Akbar, 2010).

**Tabel 1.1** Data Biologis Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) Galur *Sprague dawley* (Isroi, 2010).

<b>DATA BIOLOGI</b>	<b>KETERANGAN</b>
Lama hidup	2,5-3,5 tahun
	<b>Berat Badan</b>
<i>Newborn</i>	5-6g
Pubertas	150-200g
Dewasa jantan	300-800g
Dewasa betina	200-400g
	<b>Reproduksi</b>
Kematangan seksual	65-110 hari
Siklus estrus	4-5 hari
Gestasi	20-22 hari
Penyapihan	21 hari
	<b>Fisiologi</b>
Suhu tubuh	35,9 <sup>o</sup> -37,5 <sup>o</sup> C
Denyut Jantung	250-600 kali/menit
Laju nafas	66-144 kali/menit
Tekanan darah diastolic	60-90 mmHg
Tekanan darah sistol	75-120 mmHg
Feses	Padat, berwarna coklat tua, bentuk memanjang dengan ujung membulat
Urin	Jernih dan berwarna kuning
	<b>Konsumsi makan dan air</b>
Konsumsi makanan	15-30 g/hari atau 5-6 g/100Gbb
Konsumsi air	24-60 ml/hari atau 10-12 ml/100gBB