

# Pengaruh Jumlah Produksi Interleukin-2 (IL-2) Terhadap Paparan Gelombang Elektromagnetik Frekuensi Radio GSM 900 MHz dengan Kultur *Peripheral Blood Mononuclear Cells* (PBMC)

Resvina<sup>1</sup>, Choirotul Aftafiyani Mahrom<sup>2</sup>

<sup>1</sup>BPK PENABUR Jakarta, Jakarta, Indonesia

<sup>2</sup>SD Islam Raudlatul Jannah, Sidoarjo, Indonesia

Email korespondensi: [resvina23@gmail.com](mailto:resvina23@gmail.com)

## Abstrak

Gelombang elektromagnetik dapat diartikan sebagai gelombang yang terbentuk dari perpaduan medan magnetik dan medan listrik. Paparan dalam jangka waktu yang lama menyebabkan imunologis dan stres oksidatif antara lain limfosit dengan salah satu sel T yang memproduksi sitokin salah satunya adalah interleukin-2 (IL-2). Tujuan penelitian ini menganalisis pengaruh paparan gelombang elektromagnetik frekuensi radio GSM 900 MHz terhadap jumlah produksi IL-2 dengan variasi jarak dan waktu yang ditentukan. Sampel yang digunakan adalah sampel darah sehat dari 13 pendonor yang telah dikultur *Peripheral Blood Mononuclear Cells* (PBMC). Metode dalam penelitian ini: darah normal diberikan paparan radiasi gelombang elektromagnetik frekuensi radio GSM 900 MHz dengan menggunakan perangkat VSG25A ke sel darah putih yang telah dikultur dalam kotak aluminium yang dilapisi timbal. Variasi jarak yang diberikan, dihitung dari ujung antenna perangkat VSG25A dengan wadah sampel adalah 0 cm, 2.5 cm, dan 5 cm dan waktu paparan selama 15, 30, 45, dan 60 menit. Semua sampel yang diberikan paparan maupun tidak diberikan paparan (normal) dihitung jumlah Interleukin-2 menggunakan *flowcytometry*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama paparan gelombang elektromagnetik frekuensi radio GSM 900 MHz, produksi IL-2 cenderung meningkat. Pada jarak 2,5 cm produksi IL-2 menurun setelah diberikan paparan selama 30 menit. Sedangkan produksi IL-2 terhadap jarak paparan apabila lama paparan kurang dari 30 menit dapat diartikan tidak ada pengaruh yang signifikan terhadap perubahan jumlah produksi IL-2.

## Masuk:

29 Agustus 2022

## Diterima:

15 September 2022

## Diterbitkan:

21 September 2022

## Kata kunci:

Darah Sehat, Frekuensi Radio, Gelombang Elektromagnetik, Produksi Interleukin-2 (IL-2)

## 1. Pendahuluan

Dalam penggunaan handphone dihasilkan gelombang elektromagnetik, dimana gelombang tersebut menimbulkan radiasi yang diserap oleh tubuh. Radiasi total yang diserap bergantung pada beberapa hal, seperti polarisasi medan elektromagnetik, frekuensi, jarak tubuh dengan sumber radiasi elektromagnetik (handphone), adanya benda lain di sekitar sumber radiasi, dan sifat-sifat elektrik tubuh. Telepon seluler (handphone) merupakan salah satu perangkat elektronik yang memancarkan gelombang elektromagnetik yang pada umumnya apabila digunakan dalam waktu yang lama akan berpengaruh pada kesehatan [1]. Efek dari paparan radiasi gelombang elektromagnetik harus diwaspadai, contohnya yang sering kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari yang merupakan gelombang radio (salah satunya telepon genggam). Menurut D. Panagopoulos, frekuensi sistem telepon seluler yang umumnya digunakan adalah *Global System For Mobile Communications* (GSM) 900 MHz dan 1800 MHz [2].

Penelitian yang telah dilakukan oleh E. Kazemi *et al* tahun 2015 dengan frekuensi GSM 900 MHz dan durasi paparan selama 2 jam, Hasil yang diperoleh adalah adanya peningkatan secara signifikan dalam produksi reactive oxygen species (ROS) pada populasi monosit [3]. Penelitian lain juga dilakukan oleh P. Kumari *et al* tahun 2016 yang berkaitan dengan efek pancaran radiasi pada telepon seluler menggunakan tipe ponsel (Dual band EGSM 900/1800 MHz) dengan lama paparan selama 1 jam dan jarak 1 cm dari antenna ponsel, hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa terjadi peningkatan jumlah sel darah merah, penurunan jumlah sel darah putih dan jumlah limfosit [4].

Sel darah manusia terbagi menjadi beberapa komponen, yaitu sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit), dan keping darah (trombosit). Di dalam limfosit terbagi kembali menjadi beberapa bagian yaitu Basofil, Eosinofil, Neutrofil, Limfosit, dan Monosit. Limfosit merupakan salah satu jenis leukosit yang berperan dalam sistem imun tubuh. Di dalam limfosit inilah terletak Interleukin-2 (IL-2). Sama halnya dengan limfosit, Interleukin-2 (IL-2) berperan dalam sistem imun manusia (melawan virus atau kuman yang masuk ke tubuh manusia) [5].

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dalam penelitian ini dilakukan analisis jumlah produksi interleukin-2 (IL-2) pada sel darah akibat paparan gelombang elektromagnetik frekuensi radio GSM 900 MHz kultur *Peripheral Blood Mononuclear Cells* (PBMC) dengan variasi waktu dan jarak.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan frekuensi radio GSM 900 MHz (jarak 0 cm; 2,5 cm; dan 5 cm) antara well plate darah dengan antenna pemancar frekuensi radio dan waktu paparan yang digunakan untuk setiap perlakuan 15 menit, 30 menit, 45 menit dan 60 menit.

Pada penelitian ini digunakan sampel darah pendonor sebanyak  $\pm 13$  orang, dengan jenis kelamin laki-laki dan perempuan, kisaran usia 18 – 35 tahun dan darah yang diambil untuk setiap pendonor  $\pm 12$  cc.

Prosedur penelitian dalam penelitian ini yaitu:

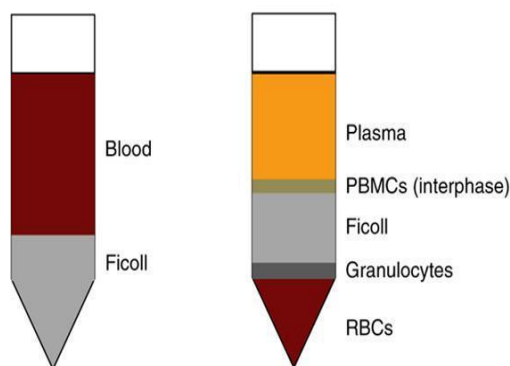
### 2.1 Persiapan Sampel Darah

Sampel sel darah sebanyak 12 ml diberikan campuran media kultur yang kemudian dilakukan isolasi dan kultur PBMC yang merupakan proses dimana hanya sel yang mempunyai nukleus tunggal (limfosit dan monosit) yang diisolasi.

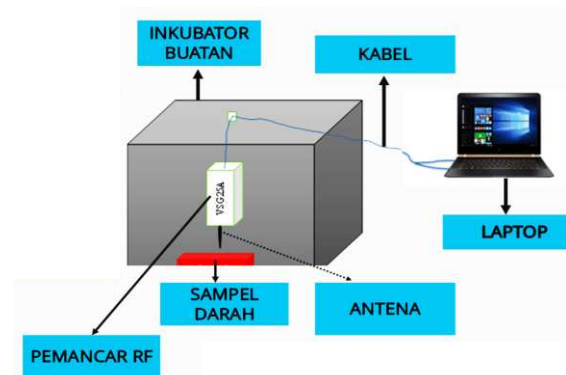
### 2.2 Isolasi PBMC

Bahan-bahan yang diperlukan dikeluarkan dari lemari pendingin, dibiarkan sampai suhu ruangan. Sampel darah dalam vacutainer heparin/EDTA yang akan diuji dibolak balik secara perlahan agar homogen kemudian dicampur 1:1 dengan PBS. Kemudian diambil dengan mikropipet pada tabung yang sudah diisi Ficoll-Hipaque 1.077. Perbandingan volume antara Ficoll-Hipaque dengan sampel darah adalah 1:1. Sehingga akan terbentuk 2 lapisan. Kemudian disentrifus dengan suhu ruang dan kecepatan 1000 rpm selama 30 menit.

Setelah disentrifus maka akan terpisah menjadi 5 lapisan, yaitu plasma, PBMC, Ficoll-Hipaque, granulosit dan eritrosit (RBCs) (seperti pada Gambar 1a). Cincin PBMC yang terbentuk diambil secara perlahan menggunakan mikropipet dan diletakkan dalam tabung sentrifus 15 ml yang baru. Larutan PBMC kemudian dicuci dengan PBS 10 ml dan disentrifus suhu ruang dengan kecepatan 1200 rpm selama 10 menit. Kontaminasi eritrosit ditambahkan RBC lysis buffer. Supernatan dibuang dan pelet yang terbentuk dicuci kembali dengan PBS dan disentrifus kembali pada suhu ruang 1200 rpm (1000-1600 rpm) selama 10 menit dan dilakukan dua kali. Setelah disentrifus maka akan terbentuk pellet (sel PBMC) pada dasar tabung sentrifus 15 ml.



Gambar 1. (a) Isolasi PBMC



(b) Skema pemaparan gelombang elektromagnetik frekuensi radio

### 2.3 Kultur PBMC

Kultur PBMC adalah kultur sel darah tepi manusia, dimana hanya sel yang mempunyai nukleus tunggal saja (limfosit, monosit) yang diisolasi).

Sel darah dimasukkan kedalam inkubator dengan suhu 37°C selama 48 jam, dan kemudian pada hari ketiga dipanen, 5-6 jam sebelum dipanen diberikan Brefeldin A (Golgiplug) dosis 10  $\mu\text{g/ml}$ . Pemberian Golgi plug agar sitokin tidak disekresi terlalu banyak oleh sel dalam supernatan. Sel diambil dengan mikropipet dan dimasukkan ke dalam tabung

ependorf 1,5 ml dan disentrifus 2500 rpm selama 3 menit. Pellet yang terbentuk dicuci dengan 1 ml PBS, dengan pencucian ulang 2-3 kali untuk kemudian dilakukan proses pengecatan.

Proses selanjutnya sampel dikelompokkan menjadi 13 kelompok perlakuan (kelompok perlakuan terdiri dari 6 sampel) antara lain: kelompok kontrol dan kelompok yang diberikan paparan dengan frekuensi GSM 900 MHz dengan jarak dan waktu yang berbeda.

#### 2.4 Pemaparan gelombang elektromagnetik frekuensi radio

Sampel yang telah dikelompokkan dipersiapkan. Untuk sampel kontrol diletakkan pada inkubator tanpa paparan gelombang elektromagnetik frekuensi radio dan untuk sampel yang akan di berikan paparan paparan gelombang elektromagnetik frekuensi radio.

Mensetting laptop dan menghubungkan dengan pemancar frekuensi radio (*VSG254*) untuk mengatur frekuensi yang digunakan. Kemudian meletakkan sampel pada inkubator buatan dengan frekuensi, jarak, dan waktu yang ditentukan (Gambar 1b).

#### 2.5 Pengecatan dengan Cell Surface Marker CD

Pellet PBMC ditambahkan dengan cell staining buffer dan dibagi dalam beberapa eppendorf sesuai dengan banyaknya perlakuan. Cell staining buffer merupakan larutan yang dibuat dari 2% *Fetal Bovine Serum* (FBS) dalam PBS. Pellet siap untuk distaining dengan antibodi cell surface marker anti human CD4 dan IL-2 berlabel fluorochrome FITC (diencerkan dengan cell staining buffer dengan perbandingan 1:1000). Antibodi yang telah diencerkan kemudian diambil sebanyak 50  $\mu$ l dan dicampurkan dengan pellet PBMC dan dihomogenkan. Pellet yang telah diberi antibodi diinkubasi selama 20 menit dalam gelap di suhu ruang. Setelah diinkubasi ditambahkan cell staining buffer sesuai dengan kebutuhan. Kemudian sel darah yang telah diisolasi, dikultur dan diberikan pengecatan disiapkan untuk proses selanjutnya.

#### 2.6 Pemeriksaan Sel Darah dengan Flow Sitometri

Sampel yang tidak diberikan paparan RF dan sel darah yang telah diberikan paparan RF kemudian dimasukkan ke inkubator selama 48 jam dengan suhu 37°C untuk kemudian dilakukan pemeriksaan produksi IL-2 dengan *flow sitometri*. Sampel dilakukan pemeriksaan jumlah sel-sel T CD4, kemudian ditentukan dalam populasi sel T CD4+ total dan produksi IL-2.

Hasil penelitian dihitung untuk mendapatkan rata-rata dan *standart error of mean*. Perhitungan untuk mengetahui perubahan persentase produksi IL-2:

$$x = \frac{B}{A} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

$x$  = perbandingan persentase produksi IL-2

$B$  = jumlah produksi IL-2 setelah paparan

$A$  = jumlah produksi IL-2 sebelum paparan

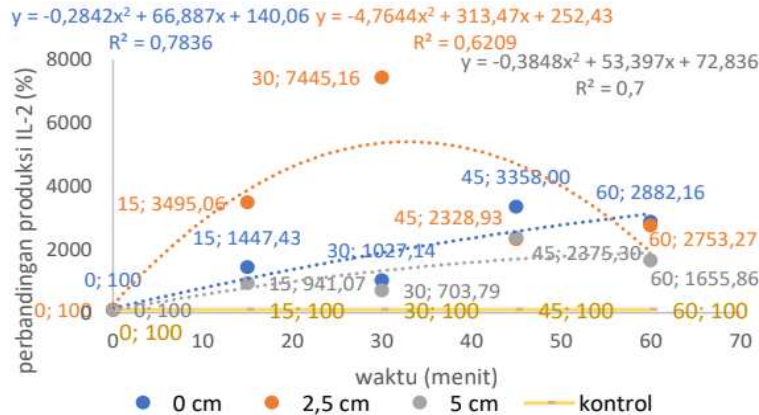
### 3. Hasil dan Pembahasan

Hubungan antara waktu dengan produksi IL-2 dengan frekuensi GSM 900 MHz sebelum dan sesudah paparan gelombang elektromagnetik frekuensi radio terhadap waktu ditunjukkan pada Gambar 2 dan setelah paparan gelombang elektromagnetik frekuensi radio ditunjukkan pada Gambar 3.

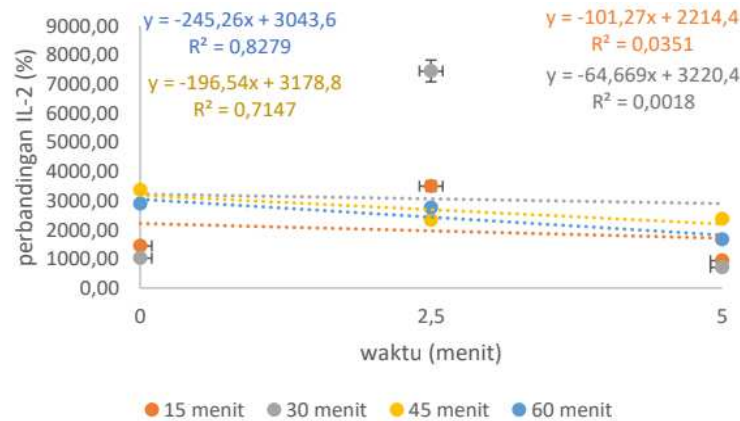
Pada Gambar 2 menunjukkan adanya perbedaan produksi IL-2 sebelum dilakukan paparan gelombang elektromagnetik frekuensi radio GSM 900 MHz. Pada jarak 0 cm dan 5 cm, *trendline* cenderung sama dimana semakin lama paparan gelombang elektromagnetik frekuensi radio GSM 900 MHz diberikan, maka produksi IL-2 cenderung meningkat. Peningkatan ini merupakan respon sel limfosit untuk membentuk antibodi. Namun pada jarak 2,5 cm memiliki perbedaan *trendline* dengan jarak 0 cm. Pada jarak 2,5 cm adanya penurunan produksi IL-2 setelah 30 menit. Perbedaan produksi IL-2 kemungkinan dikarenakan semakin sedikitnya jumlah sel limfosit T helper untuk memproduksi IL-2 akibat paparan radiasi. Menurut Ralph & Ruchena, paparan gelombang radio frekuensi yang terjadi dalam jangka waktu lama dapat memanaskan jaringan biologis dan jika tubuh tidak mampu mengatasi panas yang berlebihan, maka kemungkinan terjadi kerusakan jaringan juga semakin besar [6]. Rusaknya sel limfosit T dapat mempengaruhi keseimbangan produksi sel dalam tubuh [7]. Lama paparan pada waktu 15 menit dan 30 menit, perubahan IL-2 di jarak 2,5 cm memiliki nilai paling tinggi daripada jarak 0 cm dan 5 cm.

Pada Gambar 3 saat lama paparan selama 45 menit, jumlah IL-2 tertinggi adalah di jarak 0 cm, dan nilai paling rendah adalah saat 2,5 cm. Saat lama paparan selama 60 menit, nilai IL-2 tertinggi terletak di jarak 0 cm dan paling sedikit pada jarak 5 cm. Saat waktu paparan 45 menit dan 60 menit terlihat adanya penurunan produksi IL-2 terhadap jarak yang

diberikan, dimana semakin jauh jarak yang diberikan maka produksi IL-2 semakin menurun (Gambar 3). Sedangkan saat waktu paparan 15 menit dan 30 menit mengalami peningkatan (Gambar 3).



Gambar 2. Persentase perbandingan jumlah produksi IL-2 sebelum dan sesudah paparan terhadap waktu



Gambar 3. Persentase perbandingan jumlah produksi IL-2 sebelum dan sesudah paparan terhadap jarak

Secara garis besar, energi total yang diserap dan distribusinya di dalam tubuh manusia adalah tergantung beberapa hal sebagai berikut: 1. Frekuensi dan panjang gelombang medan elektromagnetik; 2. Polarisasi medan EMF; 3. Konfigurasi (seperti jarak) antara badan dan sumber radiasi EMF. Keadaan paparan radiasi, seperti adanya benda lain di sekitar sumber radiasi [8]. Radiasi total yang diserap bergantung pada polarisasi medan elektromagnetik, frekuensi, jarak tubuh dengan sumber radiasi elektromagnetik (handphone), adanya benda lain di sekitar sumber radiasi, serta sifat-sifat elektrik tubuh [9]. Intensitas radiasi yang diterima tergantung posisi benda dari sumber radiasi. Secara matematis, dituliskan sebagai berikut:

$$I = \frac{P}{A} \quad (2)$$

Keterangan:

$I$  = Intensitas radiasi ( $W/m^2$ )

$P$  = Besar daya radiasi yang diterima ( $W$ )

$A$  = Luas permukaan yang ditembus radiasi ( $m^2$ )

Jika radiasi bersifat omnidirectional (memiliki pola pancaran sinyal ke segala arah dengan daya sama), maka intensitas radiasi yang akan diterima oleh benda berbanding terbalik dengan kuadrat jarak dengan sumber radiasi,  $I \sim \frac{1}{r^2}$ . Semakin besar jarak benda dengan sumber radiasi, maka intensitas radiasi yang diterima benda akan semakin berkurang. Laju dosis radiasi identik dengan intensitas radiasi sehingga semakin besar dosis yang diterima semakin besar pula dampak negatif yang terjadi [10].

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa paparan gelombang elektromagnetik frekuensi radio GSM 900 MHz mempengaruhi produksi IL-2 terhadap waktu paparan yang semakin lama semakin meningkat jumlah produksi IL-2, namun pada jarak dan waktu tertentu dengan jarak 2,5 cm dan 30 menit jumlah produksi IL-2 menurun sedangkan terhadap jarak paparan apabila lama paparan kurang dari 30 menit dapat diartikan tidak ada pengaruh yang signifikan terhadap perubahan jumlah produksi IL-2.

#### Daftar Pustaka

- [1] Husain, Mayfuza *et al.* (2012). *Pengaruh Paparan Gelombang Telepon Seluler Terhadap Struktur Histologi Limpa pada Mencit (Mus musculus)*. JURNAL KEDOKTERAN YARSI 20 (3) : 167-173.
- [2] Resvina, Arthamin, Maimun Z. Widodo, Chomsin S. Naba, Agus. (2019). *Study Effect of Electromagnetic Wave Exposure of Radio Frequency in Blood Cells for Interleukin-2 (IL-2) Production Peripheral Culture Blood Mononuclear Cells (PBMC)*. SSRG International Journal of Medical Science (SSRG - IJMS) - Volume 6 Issue 1 - January 2019.
- [3] E, Kazemi *et al.* (2015). *Effect of 900 MHz Electromagnetic Radiation on the Induction of ROS in Human Peripheral Blood Mononuclear Cells*. 105-114.
- [4] P. Kumari, S. D. Manjula, K. Gautham, and J. August. (2016). *In Vitro Study Of Effect Of Radiation Emitted By Mobile Phone On Osmotic Fragility And Other Blood Parameters*. Res. J. Pharm. Biol. Chem. Sci. Vol. 7 No. 4 : 1283-1292.
- [5] Mahrom, Choiratul A. (2018). *Pengaruh Paparan Gelombang Elektromagnetik Frekuensi Radio GSM 900MHz Terhadap Jumlah Produksi Interleukin-2 (IL-2) Kultur Peripheral Blood Mononuclear Cells (PBMC)*. Skripsi. Universitas Brawijaya.
- [6] Ralph, M. I., & Ruchena, L. J. (2012). *Physical Hazards : NonIonising Radiation-Electromagnetic*. Tersedia pada: <http://www.naweb.iaea.org/napc/iachem/Brochganmairradd.pdf>.
- [7] El-Abd SF dan Eltoweissy MY. (2012). *Cytogenetic Alterations in Human Lymphocyte Culture Following Exposure to Radiofrequency field of mobile phone*. Journal of Applied Pharmaceutical Science 02 (02): 16-20.
- [8] Mauladi, Kemal F & Fuad, Nurul. (2019). *Pengaruh Tegangan Tinggi Listrik (Sutet) Terhadap Jaringan Seluler di Graha Indah Tambakboyo Lamongan*. Seminar Nasional Sistem Informasi 2019. 19 September 2019 Fakultas Teknologi Informasi - UNMER Malang.
- [9] Victorya, R. M. (2015). *Effects of Handphones Electromagnetic Wave Exposure On Seminiferous Tubules*. J MAJORITY, 4(3), hal. 96-100.
- [10] Fauziyah, A., Susilo dan Dwijananti, P. (2013). *Pengaruh Radiasi Sinar-X terhadap Mortalitas Sperma pada Tikus Mencit (Mus musculus)*. Unnes Physics Journal, 2(2):1-5.