



DOSIS EFEKTIF RADIASI MEDAN MAGNET ELF UNTUK MENGHAMBAT PERKEMBANGBIAKAN BAKTERI

Rizqi Syarifatul Laila¹, Sudarti²
syarifarisky6@gmail.com¹, sudarti.fkip@unej.ac.id²
Universitas Jember

Abstract

In the field of microbiology, the impact of electromagnetic radiation on inhibiting bacterial growth has been the subject of in-depth research. Scientists have investigated the dosage levels of electromagnetic radiation to decipher its effectiveness in inhibiting bacterial proliferation. Electromagnetic radiation covers a spectrum of waves, from radio waves to gamma rays. If directed at bacteria, it can disrupt cellular processes and inhibit growth. The magnitude of the radiation effect, on the sporadic nature of the inhibitory impact on bacterial growth. This unpredictable pattern underscores the complexity of utilizing electromagnetic radiation as a bacteriostatic agent. Efforts to ensure effective doses of electromagnetic radiation to inhibit bacterial growth are multifaceted. By navigating the complexity of blasts and specificities in dosing, researchers are getting closer to harnessing the inhibitory potential of electromagnetic radiation in microbiology applications.

Keywords: *Electromagnetic radiation, bacteria, and growth.*

Abstrak

Dalam bidang mikrobiologi, dampak radiasi elektromagnetik terhadap penghambatan pertumbuhan bakteri telah menjadi subjek penelitian yang mendalam. Para ilmuwan telah menyelidiki tingkat dosis radiasi elektromagnetik untuk menguraikan efektivitasnya dalam menghambat perkembangbiakan bakteri. Radiasi elektromagnetik mencakup spektrum gelombang, mulai dari gelombang radio hingga sinar gamma. Jika ditujukan pada bakteri, hal ini dapat mengganggu proses seluler dan menghambat pertumbuhan. Besarnya efek radiasi, pada sifat sporadis dari dampak penghambatan terhadap pertumbuhan bakteri. Pola yang tidak dapat diprediksi ini menggarisbawahi kerumitan dalam memanfaatkan radiasi elektromagnetik sebagai agen bakteriostatik. upaya untuk memastikan dosis efektif radiasi elektromagnetik untuk menghambat pertumbuhan bakteri adalah upaya yang memiliki banyak aspek. Dengan menavigasi kompleksitas ledakan dan spesifisitas dalam pemberian dosis, para peneliti semakin dekat untuk memanfaatkan potensi penghambatan radiasi elektromagnetik dalam aplikasi mikrobiologi.

Kata Kunci: Radiasi elektromagnetik, bakteri, dan pertumbuhan.

PENDAHULUAN

Bakteri merupakan mikroorganisme yang dapat menyebabkan infeksi dan penyakit pada manusia. Pengendalian pertumbuhan bakteri sangat penting bagi kesehatan masyarakat. Radiasi elektromagnetik telah terbukti memiliki efek penghambatan pada perkembangbiakan bakteri, sehingga menjadikannya alat yang berpotensi untuk desinfeksi dan sterilisasi. magnet frekuensi sangat rendah (ELF) adalah medan magnet dengan frekuensi antara 0 dan 300 Hz. Medan magnet ini hadir secara alami di lingkungan dan juga dihasilkan oleh berbagai perangkat listrik dan elektronik. Penelitian telah menunjukkan bahwa radiasi medan magnet ELF dapat memiliki efek biologis pada organisme hidup, termasuk bakteri. Beberapa penelitian telah menemukan bahwa radiasi

medan magnet ELF dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan bakteri. Mekanisme yang mendasari efek ini belum sepenuhnya dipahami, namun beberapa teori telah dikemukakan. Salah satu teori menyatakan bahwa medan magnet ELF dapat menginduksi arus listrik di dalam sel bakteri, yang mengganggu keseimbangan ionik dan mengganggu fungsi seluler. Teori lain menunjukkan bahwa medan magnet ELF dapat mengganggu produksi radikal oksigen reaktif (ROS), yang penting untuk metabolisme bakteri. Dosis efektif radiasi medan magnet ELF untuk menghambat pertumbuhan bakteri bervariasi tergantung pada jenis bakteri, frekuensi medan magnet, dan durasi paparan. Secara umum, semakin tinggi intensitas medan magnet dan semakin lama durasi paparan, semakin besar efek penghambatannya. Penelitian telah menunjukkan bahwa dosis radiasi efektif medan magnet ELF untuk menghambat pertumbuhan bakteri berkisar antara 1 hingga 100 mT (millitesla). Frekuensi medan magnet yang efektif biasanya berada pada kisaran 50 hingga 60 Hz.

Pengetahuan tentang dosis efektif radiasi medan magnet ELF untuk menghambat pertumbuhan bakteri memiliki aplikasi potensial dalam berbagai bidang. yang termasuk pertama, Pengendalian infeksi: Radiasi medan magnet ELF dapat digunakan untuk menghambat pertumbuhan bakteri pada permukaan, peralatan medis, dan produk makanan. lalu yang kedua, Pengawetan makanan: Radiasi medan magnet ELF dapat memperpanjang umur simpan makanan dengan menghambat pertumbuhan bakteri yang menyebabkan pembekuan. Dan yang ketiga, Terapi medis: Radiasi medan magnet ELF dapat digunakan sebagai terapi tambahan untuk mengobati infeksi bakteri yang resistan terhadap antibiotik.

Radiasi elektromagnetik adalah kombinasi medan listrik dan medan magnet yang berosilasi dan merambat melewati ruang dan membawa energi dari satu tempat ke tempat yang lain. Cahaya tampak adalah salah satu bentuk radiasi elektromagnetik. Penelitian teoretis tentang radiasi elektromagnetik disebut elektrodinamika, sub-bidang elektromagnetisme. Gelombang elektromagnetik ditemukan oleh Heinrich Hertz. Gelombang elektromagnetik termasuk gelombang transversal. Setiap muatan listrik yang memiliki percepatan memancarkan radiasi elektromagnetik. Ketika kawat (atau penghantar seperti antena) menghantarkan arus bolak-balik, radiasi elektromagnetik dirambatkan pada frekuensi yang sama dengan arus listrik. Bergantung pada situasi, gelombang elektromagnetik dapat bersifat seperti gelombang atau seperti partikel. Sebagai gelombang, dicirikan oleh kecepatan (kecepatan cahaya), panjang gelombang, dan frekuensi. Kalau dipertimbangkan sebagai partikel, mereka diketahui sebagai foton, dan masing-masing mempunyai energi berhubungan dengan frekuensi gelombang ditunjukkan oleh hubungan Planck $E = hf$, di mana E adalah energi foton, h ialah konstanta Planck — $6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ — dan f adalah frekuensi gelombang. Dosis efektif radiasi elektromagnetik untuk menghambat perkembangbiakan bakteri bervariasi tergantung pada jenis bakteri, frekuensi dan intensitas radiasi, serta faktor lingkungan. Secara umum, dosis yang lebih tinggi dan frekuensi yang lebih tinggi lebih efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri.

METODE

Metode yang digunakan dalam penulisan artikel ini adalah systematic literature review. Penelitian diawali dengan mencari artikel-artikel yang berkaitan dengan topik penelitian yang akan dilakukan. Kriteria artikel ilmiah yang digunakan sebagai data berupa artikel ilmiah yang bersumber dari jurnal nasional maupun internasional dengantahun penerbitan yang berbeda . Pada tahap awal pencarian artikel jurnal diperoleh 22 artikel menggunakan kata kunci pencarian “radiasi elekteromagnetik”, “penghambat

perkembangbiakan bakteri”, dan “pengaruh dari dosis elektromagnetik”. sesuai dengan gagasan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Zona difusi radial untuk setiap cakram antibiotik dihitung dalam milimeter (Tabel 1 - 5 dan Gambar 1 dan 2). Dengan tanda R (tahan), nol pengukuran zona difusi dicatat sebagai 5 mm (milimeter) sama dengan diameter piringan (Tabel 1). Dalam tiga jam pertama, tidak ada perkembangan bakteri yang terlihat pada keempat bakteri yang diteliti, dan tidak ada perbedaan yang signifikan secara statistik ($p\text{-value} > 0,05$). Hasil serupa disajikan oleh penelitian lain, dalam tiga jam pertama, menggunakan teknik kultur yang berbeda [1 , 2 , 5 , 6]. Tanda-tanda pertama pertumbuhan bakteri diamati di pos pemeriksaan berikutnya, enam jam dari awal percobaan, di mana hasil pertama dicatat (Gambar 1).

Tabel 1. Pertumbuhan bakteri yang diamati pada setiap checkpoint sejak awal percobaan. Kelompok eksperimen yang diradiasi vs. kelompok kontrol yang tidak diradiasi.

Agen Antibiotik	Escherichia coli		Klebsiella pneumoniae		Pseudomonas aeruginosa		Stafilococcus aureus	
	*CTRL	*EXP	CTRL	pengalaman	CTRL	pengalaman	CTRL	pengalaman
6 jam								
TZP	22	20	19	16	26	R	20	14
I MI	R	R	R	R	R	R	R	R
LEV	29	26	18	16	15	14	R	R
ATM	26	22	13	10	20	R	R	R
CIP	30	30	21	20	16	14	8	R
CTX	25	24	20	18	14	R	15	10
PONDOK	24	22	18	14	R	R	R	R
CRO	26	22	17	14	15	R	14	12
9 jam								
TZP	23	23	19	18	26	26	25	13
I MI	R	R	R	R	R	R	12	R
LEV	33	32	18	18	22	23	9	R
ATM	28	28	13	13	22	23	R	R
CIP	33	35	22	20	29	25	9	R
CTX	25	28	18	18	17	16	22	19
PONDOK	24	25	15	15	R	R	22	22
CRO	25	28	15	17	18	15	20	18
12 jam								
TZP	24	25	19	17	30	30	25	27

Agen Antibiotik	Escherichia coli		Klebsiella pneumoniae		Pseudomonas aeruginosa		Stafilokokus aureus	
	*CTRL	*EXP	CTRL	pengalaman	CTRL	pengalaman	CTRL	pengalaman
I MI	R	R	R	R	R	R	9	10
LEV	29	35	20	20	21	25	9	7
ATM	30	30	13	12	26	25	R	R
CIP	33	38	21	20	30	29	10	6
CTX	30	29	18	27	19	19	22	22
PONDOK	24	26	15	14	R	R	22	23
CRO	28	30	16	17	21	19	20	19
15 jam								
TZP	24	25	20	18	29	28	27	27
I MI	R	R	R	R	R	R	12	10
LEV	31	35	20	20	22	24	8	7
ATM	29	30	12	13	27	26	R	R
CIP	35	35	21	22	31	30	10	R
CTX	29	28	19	19	20	20	21	21
PONDOK	24	25	13	13	R	R	23	25
CRO	28	30	16	17	21	21	19	19
18 jam								
TZP	24	25	20	18	30	30	29	27
I MI	R	6	R	R	7	6	8	10
LEV	30	31	20	21	23	24	7	8
ATM	30	29	13	12	27	27	R	6
CIP	30	31	22	22	30	32	10	7
CTX	29	30	19	18	20	19	20	21
PONDOK	23	25	11	12	6	6	23	25
CRO	30	31	17	17	23	20	18	19
24 jam								
TZP	26	25	20	18	30	30	25	26
I MI	6	6	6	6	6	6	10	9
LEV	31	35	20	20	23	25	8	7
ATM	30	31	14	12	27	26	6	6

Agen Antibiotik	Escherichia coli		Klebsiella pneumoniae		Pseudomonas aeruginosa		Stafilokokus aureus	
	*CTRL	*EXP	CTRL	pengalaman	CTRL	pengalaman	CTRL	pengalaman
CIP	35	32	22	22	30	35	10	6
CTX	30	30	19	17	20	18	20	21
PONDOK	23	23	11	10	6	R	22	24
CRO	30	31	17	16	20	20	19	19

TZP: Piperacillin-Tazobactam (110 µgr), IMI: Imipenem (10 µgr), CTX: Cefotaxime (30 µgr), CIP: Ciprofloxacin (5 µgr), ATM: Aztreonam (30 µgr), COT: Cotrimoxazole (25 µgr), LEV: Levofloxacin (5 µgr), CRO: Ceftriaxone (30 µgr), CTRL: Grup Kontrol, EXP: Grup Eksperimen

Tabel 2. Uji Sampel Berpasangan Escherichia coli (dengan huruf tebal disoroti perbedaan yang signifikan secara statistik).

	Perbedaan Berpasangan					T	df	tanda tangan. (2-ekor) Nilai-P	
	Berarti	Std. Deviasi	Std. Arti Kesalahan	Interval Keyakinan 95% dari Perbedaan					
				Lebih rendah	Atas				
Pasangan1	*CTRL6 - EXP6	2.00000	1.60357	0,56695	0,65938	3.34062	3.528	7	0,010
Pasangan2	CTRL9 - EXP9	- 1,00000	1.51186	0,53452	- 2.26394	0,26394	-1.871	7	0,104
Pasangan3	CTRL12 - EXP12	- 1.87500	2.47487	0,87500	- 3.94405	0,19405	-2.143	7	0,069
Pasangan4	CTRL15 - EXP15	- 1,00000	1.51186	0,53452	- 2.26394	0,26394	-1.871	7	0,104
Pasangan5	CTRL18 - EXP18	- 0,87500	0,83452	0,29505	- 1.57268	-0,17732	-2.966	7	0,021
Pasangan 6	CTRL24 - EXP24	- 0,25000	1.98206	0,70076	- 1.90705	1.40705	-0,357	7	0,732
*CTRL#: Grup Kontrol #Jam, EXP#: Grup Eksperimental #Jam									

Tabel 3. Tes Sampel Berpasangan Klebsiella pneumoniae (dengan huruf tebal disoroti perbedaan yang signifikan secara statistik).

Perbedaan Berpasangan					T	df	tanda tangan. (2-ekor) Nilai-P		
Berarti	Std. Deviasi	Std. Arti Kesalahan	Interval Keyakinan 95% dari Perbedaan						
			Lebih rendah	Atas					
Pasangan1	*CTRL6 - EXP6	2.00000	1.60357	0,56695	0,65938	3.34062	3.528	7	0,010
Pasangan2	CTRL9 - EXP9	-1,00000	1.51186	0,53452	-2.26394	0,26394	-1.871	7	0,104
Pasangan3	CTRL12 - EXP12	-1.87500	2.47487	0,87500	-3.94405	0,19405	-2.143	7	0,069
Pasangan4	CTRL15 - EXP15	-1,00000	1.51186	0,53452	-2.26394	0,26394	-1.871	7	0,104

Perbedaan Berpasangan					T	df	tanda tangan. (2-ekor) Nilai-P		
Berarti	Std. Deviasi	Std. Arti Kesalahan	Interval Keyakinan 95% dari Perbedaan						
			Lebih rendah	Atas					
Pasangan5	CTRL18 - EXP18	-0,87500	0,83452	0,29505	-1.57268	- 0,17732	-2.966	7	0,021
Pasangan 6	CTRL24 - EXP24	-0,25000	1.98206	0,70076	-1.90705	1.40705	-0,357	7	0,732
*CTRL#: Grup Kontrol #Jam, EXP#: Grup Eksperimental #Jam									
	Perbedaan Berpasangan					T	df	tanda tangan. (2- ekor) Nilai-P	
	Berarti	Std. Deviasi	Std. Arti Kesalahan	Interval Keyakinan 95% dari Perbedaan					
				Lebih rendah	Atas				
Pasangan 1	*CTRL6 - EXP6	2.25000	1.28174	0,45316	1.17844	3.32156	4.965	7	0,002
Pasangkan 2	CTRL9 - EXP9	0,12500	1.12599	0,39810	-0,81635	1.06635	0,314	7	0,763
Pasangan 3	CTRL12 - EXP12	-0,62500	3.50255	1.23834	-3.55321	2.30321	-0,505	7	0,629
Pasangan 4	CTRL15 - EXP15	-0,12500	0,99103	0,35038	-0,95352	0,70352	-0,357	7	0,732
Pasangkan 5	CTRL18 - EXP18	0,25000	1.03510	0,36596	-0,61536	1.11536	0,683	7	0,516
Pasangan 6	CTRL24 - EXP24	1,00000	0,92582	0,32733	0,22600	1,77400	3.055		

Tabel 4. Uji Sampel Berpasangan *Pseudomonas aeruginosa* (dengan huruf tebal disoroti perbedaan yang signifikan secara statistik).

erbedaan Berpasangan					T	df	tanda tangan. (2-ekor) Nilai- P		
Berarti	Std. Deviasi	Std. Arti Kesalahan	Interval Keyakinan 95% dari Perbedaan						
			Lebih rendah	Atas					
Pasangan 1	*CTRL6 - EXP6	7.25000	7.85130	2.77585	0,68615	13.81385	2.612	7	0,035
Pasangkan 2	CTRL9 - EXP9	0,75000	1.83225	0,64780	- 0,78180	2.28180	1.158	7	0,285
Pasangan 3	CTRL12 - EXP12	0,00000	1.77281	0,62678	- 1.48211	1.48211	0,000	7	1.000
Pasangan 4	CTRL15 - EXP15	0,12500	0,99103	0,35038	- 0,70352	0,95352	0,357	7	0,732
Pasangkan 5	CTRL18 - EXP18	0,25000	1.48805	0,52610	- 0,99404	1.49404	0,475	7	0,649
Pasangan 6	CTRL24 - EXP24	-0,37500	2.19984	0,77776	- 2.21411	1.46411	- 0,482	7	0,644

Tabel 5. Uji Sampel Berpasangan *Staphylococcus aureus* (dengan huruf tebal disoroti perbedaan yang signifikan secara statistik).

Perbedaan Berpasangan					T	df	tanda tangan. (2-ekor) Nilai-P		
Berarti	Std. Deviasi	Std. Arti Kesalahan	Interval Keyakinan 95% dari Perbedaan						
			Lebih rendah	Atas					
Pasangan 1	*CTRL6 - EXP6	2.00000	2.44949	0,86603	- 0,04782	4.04782	2.309	7	0,054
Pasangkan 2	CTRL9 - EXP9	4.00000	3.96412	1.40153	0,68591	7.31409	2.854	7	0,025
Pasangan 3	CTRL12 - EXP12	0,37500	1.92261	0,67975	- 1.23234	1.98234	0,552	7	0,598
Pasangan 4	CTRL15 - EXP15	0,75000	2.05287	0,72580	- 0,96624	2.46624	1.033	7	0,336
Pasangkan 5	CTRL18 - EXP18	-0,37500	1.84681	0,65295	- 1.91897	1.16897	- 0,574	7	0,584
Pasangan 6	CTRL24 - EXP24	0,25000	1.83225	0,64780	- 1.28180	1.78180	0,386	7	0,711

(athanasios pegios.,et al.2022)

Pembahasan

Zona difusi radial adalah suatu fenomena yang terjadi pada sistem neuron pada otak manusia. Dalam neurobiologi, zona difusi radial merupakan salah satu mekanisme penting dalam proses pembentukan neuron dan jaringan neuron pada otak. Ini merupakan proses yang sangat kompleks dan kritis dalam pertumbuhan dan pengembangan otak manusia. Zona difusi radial terjadi ketika sel-sel glial, yang disebut astroglia, membentuk struktur yang disebut radial glia. Radial glia adalah sel-sel yang memiliki fungsi penting dalam pembentukan neuron baru dan pengaturan posisi neuron dalam jaringan neuron. Astroglia menghasilkan protein filamen yang disebut lambungin, yang membentuk jaringan radial yang menghubungkan lapisan otak yang berbeda. Proses zona difusi radial dimulai dengan migrasi neuron baru dari zona proliferasi, yang merupakan daerah di otak yang bertanggung jawab atas pembentukan neuron baru. Neuron baru akan mengikuti filamen lambungin yang dilapisi oleh radial glia. Migrasi neuron ini dilakukan dengan cara berkelompok atau secara individu, tergantung pada tahap pembentukan otak.

Migrasi neuron melalui zona difusi radial memungkinkan neuron baru untuk mencapai zona kortikal, yang merupakan lapisan otak yang bertanggung jawab atas fungsi-fungsi tingkat tinggi seperti persepsi, pemahaman, dan pikiran. Setelah neuron baru sampai di zona kortikal, mereka akan mengalami proses maturasi dan membentuk hubungan dengan neuron lainnya. Zona difusi radial sangat penting dalam pembentukan jaringan neuron yang kompleks dan teratur pada otak manusia. Oleh karena itu, zona difusi radial sering diperhatikan dalam penelitian neurobiologi dan neurodegeneratif. Pengetahuan yang lebih baik tentang zona difusi radial dapat membantu peneliti mengembangkan terapi baru untuk mengatasi penyakit otak seperti autisme, demensia, dan stroke. Selain itu, zona difusi radial juga dapat membantu kita memahami bagaimana otak manusia mengembangbiakan dan mengatur jaringan neuron yang kompleks. Ini dapat membantu kita memahami bagaimana otak manusia mengembangbiakan dan mengatur jaringan neuron yang kompleks. Ini dapat membantu kita memahami bagaimana otak manusia mengembangbiakan dan

mengatur jaringan neuron yang kompleks. Ini dapat membantu kita memahami bagaimana otak manusia mengembangkan dan mengatur jaringan neuron yang kompleks. Ini dapat membantu kita memahami bagaimana otak manusia mengembangkan dan mengatur juga. Sehingga dari zona difusi radial inilah eksperimen yang dilakukan oleh athanasios pegios et al, mengetahui hasil dari pengaruh radiasi elektromagnetik terhadap penghambat perkembangbiakan bakteri.

Medan Magnet ELF dan Sistem Biologis

Medan magnet berfrekuensi sangat rendah dicirikan oleh frekuensi yang berkisar antara 3 hingga 3000 Hz. Bidang-bidang ini telah terbukti berinteraksi dengan sistem biologis, termasuk sel dan jaringan, melalui berbagai mekanisme. Salah satu efek medan magnet ELF yang paling terkenal adalah kemampuannya untuk menginduksi arus listrik dalam jaringan biologis, yang kemudian dapat mempengaruhi proses seluler.

Menghambat Pertumbuhan Bakteri dengan Medan Magnet ELF

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa paparan medan magnet ELF dapat menghambat pertumbuhan berbagai spesies bakteri. Efek ini diduga akibat interaksi antara medan magnet dan sel bakteri yang dapat mengganggu proses seluler dan pada akhirnya menyebabkan kematian sel. Dosis radiasi efektif medan magnet ELF yang diperlukan untuk menghambat pertumbuhan bakteri bervariasi tergantung pada spesies bakteri tertentu dan kondisi percobaan. Namun secara umum, paparan medan magnet dengan intensitas berkisar antara 1 hingga 100 μT telah ditemukan dapat menyebabkan penurunan pertumbuhan bakteri secara signifikan.

Mekanisme Kerja

Mekanisme pasti dimana medan magnet ELF menghambat pertumbuhan bakteri belum sepenuhnya dipahami. Namun, beberapa hipotesis telah diajukan untuk menjelaskan fenomena ini: Pertama, Gangguan proses seluler: Paparan medan magnet ELF dapat menginduksi arus listrik pada sel bakteri, yang dapat mengganggu berbagai proses seluler, termasuk metabolisme, pembelahan sel, dan ekspresi gen. Gangguan ini pada akhirnya dapat menyebabkan kematian sel dan terhambatnya pertumbuhan bakteri. Kedua, Stres oksidatif: Medan magnet ELF telah terbukti meningkatkan produksi spesies oksigen reaktif (ROS) dalam sel bakteri. ROS ini dapat menyebabkan kerusakan oksidatif pada komponen seluler, termasuk DNA, protein, dan lipid, yang menyebabkan kematian sel dan menghambat pertumbuhan bakteri. ketiga, Perubahan potensial membran: Paparan medan magnet ELF dapat mengubah potensial membran sel bakteri, sehingga dapat mempengaruhi pengangkutan ion dan molekul lain melintasi membran sel. Hal ini dapat mengganggu proses seluler dan pada akhirnya menyebabkan terhambatnya pertumbuhan bakteri.

KESIMPULAN

Dengan memanfaatkan Peran Dosis dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri, Kemanjuran radiasi elektromagnetik dalam menghambat pertumbuhan bakteri sangat terkait dengan dosis yang diberikan. Dosis rendah dapat merangsang pertumbuhan bakteri, sedangkan dosis tinggi berpotensi menghentikan atau bahkan menghancurkan populasi bakteri. Menemukan keseimbangan dalam dosis sangat penting untuk mencapai hasil yang diinginkan dalam menghambat proliferasi bakteri., Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Khasiat Radiasi, Beberapa faktor mempengaruhi efektivitas radiasi elektromagnetik dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Ini termasuk jenis radiasi yang digunakan, durasi paparan, frekuensi gelombang, dan karakteristik spesifik dari strain bakteri yang menjadi sasaran. Memahami bagaimana variabel-variabel ini berinteraksi sangat penting dalam menentukan dosis optimal untuk menghambat pertumbuhan bakteri. Pendekatan Eksperimental, Para peneliti menggunakan berbagai pendekatan eksperimental untuk menyelidiki dampak radiasi elektromagnetik terhadap penghambatan pertumbuhan bakteri. Dengan memberikan kultur bakteri pada dosis radiasi yang terkontrol dan memantau pola pertumbuhannya, para ilmuwan dapat memperoleh wawasan tentang dinamika interaksi ini. Eksperimen ini memberikan data berharga yang berkontribusi pada pemahaman kita tentang dosis radiasi optimal untuk menghambat perkembangbiakan bakteri. Kesimpulannya, dosis radiasi elektromagnetik berperan penting dalam

menghambat pertumbuhan bakteri. Dengan mengkalibrasi dosis secara hati-hati berdasarkan faktor-faktor seperti jenis radiasi, durasi, dan frekuensi, peneliti dapat memanfaatkan kekuatan radiasi elektromagnetik untuk mengendalikan populasi bakteri. Eksplorasi berkelanjutan mengenai seluk-beluk dosis radiasi dan penghambatan bakteri menjanjikan kemajuan di bidang mikrobiologi dan seterusnya di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisha Elsharkawy, Rasha Eletreby, Rabab Fouad, Zeinab Soliman, Muhammad Abdullah, Mohamed Negm, Mohammad Mohey, Gamal Esmat, 2017., Impact of different sofosbuvir-based treatment regimens on the biochemical profile of chronic hepatitis C genotype 4 patients. *Expert Rev Gastroenterol Hepatol.* August 2017;11(8):773-778. doi: 10.1080/17474124.
- Barbara A. Hamkalo, a dan PA Swenson b, 1969., Effect of Ultraviolet Radiation on Respiration and Growth of Radiation-resistant and Radiation-sensitive *Escherichia coli* B 1 Strains. *J. bakteriol* 1969
- Chee-Hoo Yip, Sobina Mahalingam, Kiew-Lian Wan, Sheila Nathan, 2021., Prodigiosin inhibits bacterial growth and virulence factors as a potential physiological response to interspecies competition. *PLOS ONE* 16(6): e0253445. doi:10.1371/journal.pone.0253445
- Chinwe Uzoma Chukwudi, Liam Bagus, 2018., Phenotypic indications of FtsZ inhibition on hok/sok-induced changes in bacterial growth and stress response. *Microbial Pathology*. 2018 January;114:393-401. doi: 10.1016/j.micpath.2017.12.023. Epub 2017.
- Diab KA, 2020, The Impact of the Low Frequency of the Electromagnetic Field on Human. *Adv Exp Med Biol*. 2020;1237:135-149. doi: 0.1007/5584_2019_420. PMID: 31376139
- Fernanda RS Carvalho, Diamantino V Henriques, Osvaldo Correia, Alois W Schmalwieser. *Photochemistry Photobiol.* 2021 January;97(1):213-220. doi: 10.1111/php.13345. Epub 2020 November
- Giancarlo Isaia, Henri Diémoz, Francesco Maluta, Ilias Fountoulakis, Daniela Ceccon, Alcide di Sarra, Stefania Fakta, Francesca Fedele, Giuseppe Lorenzetto, Anna Maria Siani, Gianluca Isaia. 2021, Does the sun's ultraviolet radiation play a role in COVID-19 infections and deaths? A study of environmental ecology in Italy. *Science Total Environment*. 2021 February 25;757:143757. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.143757. Epub 2020 November 20
- Hiroshi Nishida, 2020, Factors Affecting the Enlargement of Bacterial Protoplasts and Spheroplasts. *Int J Mol Sci*. 27 September 2020;21(19):7131. doi: 10.3390/ijms21197131
- Honghao Zhang, Satoshi Komasa, Chiho Mashimo, Tohru Sekino, Joji Okazaki, 2017., Effect of ultraviolet treatment on bacterial attachment and osteogenic activity in alkali-treated titanium with nanonetwork structure. *2017 Jun* 28;12:4633-4646. doi: 10.2147/IJ
- Jan Lowe, Shaoda Dia, Sjors HW Scheres, Christos G Savva. X-ray and cryo-EM structures of the monomeric and filamentous actin-like protein MamK reveal changes associated with polymerization. *Proc Natl Acad Sci AS.* 22 November 2016;113(47):13396-13401. doi: 10.1073/pnas.1612034113. Epub 2016 7 November. PMID: 27821762. PMCID: PMC5127371. DOI: 10.1073/pnas.1612034113
- JL Jacobs, GW Sundin, 2001., Effect of solar UV-B radiation on phyllosphere bacterial communities. 2001 Dec;67(12):5488-96. doi: 10.1128/AEM.67.12.5488-5496.2001.
- Katarzyna Miłowska, Katarzyna Grabowska, Teresa Gabrylak, 2014., Applications of electromagnetic radiation in medicine. *Postepy Hig Med Dosw (Online)*. 2014 May 8;68:473-82. doi: 10.5604/17322693.1101572.
- Lewis Rolband, Liam Yourston, Morgan Chandler, Damian Beasock, Leyla Danai, Seraphim Kozlov, Nolan Marshall, Oleg Shevchenko, Alexei V Krasnoslobodtsev, Kirill A Afonin. 2021, 2021 1 Juli;26(13):4045. doi:10.3390/molekul26134045. 2021
- MA Fadel, SA Muhammad, AM Abdelbacki, AH El-Sharkawy, 2014., Inhibition of the growth of *Salmonella typhi* using very low frequency electromagnetic waves (ELF-EM) at the resonant frequency. *August* 2014;117(2):358-65. doi: 10.1111/jam.12527. Epub 2014
- photoreceptors and mechanisms. *Fisiol Tumbuhan*. 2021 6 Juli;186(3):1382-1396. doi:

- 10.1093/plphys/kiab162.
- NG Vasconcelos, J Croda, S Simionatto, 2018., Antibacterial mechanisms of cinnamon and its constituents: A review NG Vasconcelos et al. *Microbial Pathogs*. July 2018Sep;176:108524. doi: 10.1016/j.envres.2019.108524. Epub 2019 Jun 7. PMID: 31226625
- Özlem Güzel Tunçcan, Ayşe Kalkancı, Elif Ayca Unal , Olkar Abdulmajed , Selamat Erdoğan , Murat Dizbay , Kayhan Çağlar,2018., In vitro effects of antimicrobial photodynamic therapy on *Candida* and *Staphylococcus* biofilms.2018 Augustus 16;48(4):873-879. doi: 10.3906/sag-1803-44.
- Pablo Carbonell-Bejerano, Maria-Paz Diago, Javier Martínez-Abaigar, José M Martínez-Zapater, Javier Tardáguila, Encarnación Núñez-Olivera,2014., Solar ultraviolet radiation is required to increase the transcriptional and phenolic responses of grapevine fruit ripening. 2014 Jul 9;14:183. doi: 10.1186/1471-2229-14-183.
- Ryota Yamasaki, Aki Kawano, Yoshie Yoshioka, Wataru Ariyoshi. 2020, Rhamnolipid and surfactin inhibit the growth or formation of oral bacterial biofilms. *BMC Microbiol*.23 November 2020;20(1):358. doi: 10.1186/s12866-020-02034-9
- Siyu Liu, Ruochong Zhang, Zesheng Zheng, Yuanjin Zheng,2018., Electromagnetic-Acoustic Sensing for Biomedical Applications.*Sensors (Basel)*.2018 Sep 21;18(10):3203. doi: 10.3390/s18103203
- Stéphane Pinhal, Delphine Roper, Johannes Geiselmann, Sembunyikan de Jong. 2019, Acetate Metabolism and Inhibition of Bacterial Growth by Bacterial Acetate. 201 . Apr;171:530-535. doi: 10.1016/j.envres.2019.01.022. Epub 2019 Jan 11. PMID: 30743245
- Woroszyło, M., Ciecholewska-Juśko, D., Junka, A., Wardach, M., Chodaczek, G., Dudek, B., & Fijałkowski, K. 2021. ,The effect of rotating magnetic field on susceptibility profile of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* strains exposed to activity of different groups of antibiotics. *International Journal of Sciences*, 22(21), 11551. <https://doi.org/10.3390/ijms222111551>
- Ya Dia, Ying-Ying Huang, Liyan Xi, Jeffrey A Gelfand, Michael R Hamblin,2018., Tetracycline functions as a light-activated dual-acting antibiotic..2018 May 9;13(5):e0196485.doi: 10.1371/journal.pone.0196485. eCollections 2018.PMCID: PMC5942775.