

# Efektivitas Paparan Sinar Inframerah dengan Variasi Waktu Paparan Terhadap Pertumbuhan *Escherichia Coli*

Agusniar Furkani Listyawati<sup>(1)\*</sup>, Emillia Devi Dwi Rianti<sup>(2)</sup>, Putu Oky Ari Tania<sup>(3)</sup>

<sup>1</sup>Bagian Mikrobiologi Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

<sup>2,3</sup>Bagian Biomedika Penelitian Biomolekuler, Fakultas Kedokteran, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

Jl. Dukuh Kupang XXV No.54, Dukuh Kupang, Kec. Dukuhpakis, Kota SBY, Jawa Timur, Indonesia

Email: <sup>1</sup>agusniar@uwks.ac.id\*

---

## Tersedia Online di

<http://www.jurnal.unublitar.ac.id/index.php/briliant>

---

## Sejarah Artikel

Diterima pada 10 September 2022  
Disetujui pada 1 November 2022  
Dipublikasikan pada 5 November 2022  
Hal. 1033-1038

---

## Kata Kunci:

*Near InfraRed*; variasi waktu paparan; jumlah koloni; *Escherichia Coli*

---

## DOI:

<http://dx.doi.org/10.28926/briliant.v7i4.1112>

---

waktu berpengaruh terhadap jumlah koloni *Escherichia coli*. Berdasarkan hasil yang diperoleh maka waktu paparan terbaik yang diberikan paparan NIR adalah selama 35 menit.

**Abstrak:** Paparan sinar inframerah *Near Infra Red* (NIR) mengandung efek panas dengan panjang gelombang 0.78 – 3  $\mu\text{m}$ . Penelitian ini bertujuan melihat kemampuan NIR menghambat pertumbuhan *Escherichia coli* dengan menggunakan variasi waktu paparan terhadap hambatan pertumbuhan. Metode penelitian eksperimental acak lengkap digunakan dengan empat kelompok perlakuan dari biakan *Escherichia coli*, yaitu K0, K1, K2 dan K3. Kelompok dibedakan berdasarkan waktu paparan infra merah dalam menit. Pada perlakuan 1(K1) yaitu diberikan paparan selama 25 menit, K2 diberikan paparan 30 menit, dan K3 diberi paparan 35 menit, sedangkan kelompok kontrol (K0) tanpa diberikan paparan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada perlakuan K3, jumlah bakteri *Escherichia coli* yang tumbuh lebih sedikit apabila dibandingkan dengan perlakuan lainnya, sebesar 131 koloni. Uji statistik dengan ANOVA didapatkan *p value* sebesar 0,000 yang berarti ada pemberian infra merah berbagai variasi

## PENDAHULUAN

Inframerah merupakan paparan dari radiasi yang mengandung efek panas serta memiliki panjang gelombang 0,78 – 3  $\mu\text{m}$  pada *Near Infra Red* (NIR), 3,0 – 50  $\mu\text{m}$  pada panjang gelombang *Mid Infra Red* (MIR) dan 50 – 1000  $\mu\text{m}$  untuk *Far Infra Red* (FIR) (Barolet et al., 2016). Paparan inframerah dekat (NIR) saat ini dikembangkan guna menghambat daya tumbuh bakteri dengan cara disinfeksi pada bakteri (Han et al., 2021). Efektivitas penggunaan paparan inframerah dalam *Light Emitting Diode* (LED) dengan panjang gelombang 950 nm dapat menghambat bakteri *Bacillus subtilis* (Astuti et al., 2015).

Bakteri secara alami dapat memperoleh endogen porfirin berupa molekul pengasorpsi cahaya dengan sifat peka terhadap cahaya atau fotosensitizer. Absorpsi cahaya dari kemampuan molekul porfirin dipengaruhi oleh panjang gelombang. Panjang gelombang yang rendah dapat mempengaruhi kerusakan biologi

yang disebabkan oleh radiasi. Melalui penyerapan energi dari radiasi maka akan mempengaruhi bakteri sehingga terjadi kerusakan sel atau mutasi. Paparan inframerah dengan lamanya waktu paparan maka akan mempengaruhi jumlah bakteri *Escherichia coli* (Rianti et al., 2021).

Bakteri *Escherichia coli* merupakan golongan famili Enterobacteriaceae yang memiliki warna hijau metalik mengkilat dan merupakan ciri khas dari bakteri tersebut, dan merupakan jenis spesies bakteri gram negatif. Sel bakteri *Escherichia coli* tampak berbentuk batang dengan warna merah yang dapat dilihat secara mikroskopik. Karena adanya zat warna safranin pada sel bakteri maka sel bakteri *Escherichia coli* berwarna merah (Sutiknowati, 2016). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas paparan sinar infra merah dengan variasi waktu paparan terhadap pertumbuhan *Escherichia coli*.

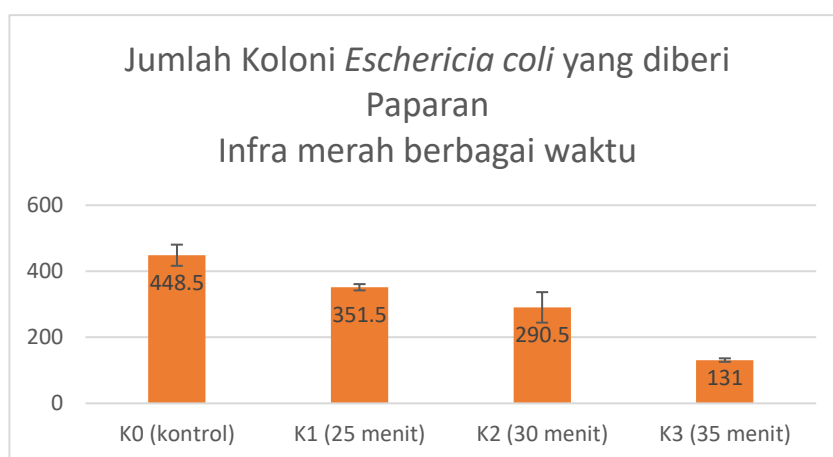
## METODE

Alat yang digunakan adalah seperangkat alat infra merah dengan rangkaian pengatur wak, Rangkaian pengatur suhu, rangkaian pegatur daya, rangkaian pengatur UV. Perangkat untuk pertumbuhan bakteri yaitu Cawan petri, tabung reaksi sebagai tempat suspensi bakteri untuk kelompok kontrol dan perlakuan. Vortex digunakan menghomogenkan suspensi bakteri. Tabung elenmeyer 500 ml sebagai tempat larutan PZ untuk membuat suspensi bakteri. *Laminar flow with UV* untuk menginokulasikan suspensi bakteri supaya tidak terjadi kontaminasi dengan bakteri lain yang ada di udara. Bahan biakan murni *Escherichia coli* yang diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi FK UWKS, *Eosin Methylene Blue* (EMB) media pertumbuhan *Escherichia coli*, larutan PZ atau garam fisiologis adalah larutan isotonik pengencer pembuatan suspensi bakteri, dan alkohol 70%.

Penelitian eksperimental dengan rancangan acak lengkap. Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah biakan/inokulasi bakteri *Escherichia coli*. Penggunaan suspensi *Escherichia coli* selanjutnya dibiakan pada media tanam Eosin Methylene Blue Agar (EMB) dengan metode *streaking*. Selanjutnya bakteri dipapari dengan sinar infra merah dengan panjang gelombang 940 nm daya 1 mW diameter 5 mm dengan jarak pemaparan yaitu 1 cm. Penelitian ini dibagi menjadi 4 kelompok yaitu K0 adalah biakan *Escherichia coli* yang tidak diberi paparan apapun, sedangkan kelompok perlakuan diberi paparan infra merah dengan variasi waktu pemaparan 25 (K1), 30 (K2), dan 35 menit (K3). Pengamatan dilakukan setelah 24 jam masa inkubasi, dengan pengamatan secara makroskopik yaitu melihat jumlah koloni bakteri *Escherichia coli* yang tumbuh. Analisis data yaitu uji Normalitas, Homogenitas dan uji beda dilakukan dalam penelitian ini. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Instrumentasi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga Surabaya, Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Wijaya Kusuma Surabaya. Waktu dilakukan selama April sampai Agustus 2022.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan dan pengambilan data dilakukan 24 jam setelah inokulasi. Data yang diambil adalah jumlah koloni bakteri *Escherichia coli*. Berbagai jumlah koloni bakteri dengan variasi waktu paparan infra merah dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Rata-rata Jumlah Koloni *Escherichia coli* setelah Variasi Waktu Paparan Inframerah

Rata-rata jumlah koloni pada kelompok kontrol (K0) adalah 448,5. Jumlah koloni *Escherichia coli* paling banyak pada kelompok K1 yaitu diberi paparan sinar inframerah selama 25 menit, sebesar 351,5 koloni. Jumlah koloni bakteri *Escherichia coli* yang terendah sebesar 131 koloni ditunjukkan pada kelompok K3 yaitu diberi paparan sinar infra merah selama 35 menit. Analisis data dilakukan menggunakan IBM Statstistik SPSS 26. Hasil analisis data ditunjukkan pada Tabel 1.

Pada pemberian infra merah selama 35 menit menunjukkan bahwa jumlah koloni *Escherichia coli* yang paling sedikit, hasil ini berbeda signifikan jika dibandingkan dengan 2 kelompok perlakuan inframerah lainnya. Berdasarkan Tabel 1 yang menunjukkan bahwa rerata jumlah koloni pada kelompok kontrol (K0) sebesar 448,5 koloni, dengan waktu paparan inframerah 25 menit diperoleh hasil koloni sebesar 351,5 koloni, paparan inframerah selama 30 menit menunjukkan jumlah koloni sebanyak 290,5, dan paparan inframerah selama 35 menit yaitu 131 koloni. Hasil menunjukkan bahwa adanya perbandingan yang jelas antara kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan, dan antara kelompok perlakuan. Dengan waktu paparan inframerah 35 menit menunjukkan hasil jumlah koloni yang paling sedikit. Hal ini jelas bahwa paparan inframerah merupakan radiasi yang mengandung efek panas (Barolet et al., 2016). Berdasarkan penelitian yang dilakukan (Rianti et al. (2021) bahwa dengan pemberian waktu paparan inframerah yang lamanya akan mempengaruhi bakteri. Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa dengan waktu 35 menit maka berpengaruh paling besar pada bakteri *Escherichia coli*.

Tabel 1. Analisis Data yaitu Uji Normalitas, Homogenitas Dan Uji Beda

<i>P value</i>	Uji Kolomogorov-Smirnov		Uji Anova
	Smirnov	Uji Levene	
Jumlah Koloni	0,082	0,113	0,000

Analisis data berbagai kelompok perlakuan yang diberi paparan sinar inframerah menunjukkan data berdistribusi normal dan varians data adalah

homogen ( $pvalue > 0,05$ ). Distribusi data dengan Kolmogorov-Smirnov yaitu sebesar 0,082. Varians data homogen dengan uji Levene test sebesar 0,113. Selanjutnya untuk mengetahui perbedaan jumlah koloni dari masing-masing kelompok, dapat dilakukan dengan uji ANOVA yang menunjukkan nilai  $p-value$  sebesar 0,000. yang berarti paparan sinar inframerah berbagai rentang waktu berpengaruh terhadap jumlah koloni bakteri *Escherichia coli*.

Paparan inframerah yang dilakukan pada penelitian ini merupakan inframerah dekat/ *near infrared*. *Near infrared* mengeliminasi bakteri berdasarkan agen konversi fototermal merupakan metode baru untuk menghancurkan bakteri melalui efek thermal antara lain karena membran sel yang rusak atau denaturasi protein atau enzim yang terdapat pada sel bakteri tersebut (Li *et al.*, 2019). Radiasi *Near infrared* melalui fotothermal mengubah energi cahaya menjadi panas dan meningkatkan temperatur pada tempat pengujian sehingga menghancurkan koloni bakteri (Zhao *et al.*, 2020). Panjang gelombang 940 nm yang digunakan termasuk dalam kisaran Panjang gelombang yang sesuai karena penetrasi pada sel/ jaringan yang lebih dalam, lebih sedikit diserap oleh jaringan dan lebih tidak berbahaya terhadap jaringan di sekitarnya, sehingga sesuai untuk terapi pada manusia (Zhao *et al.*, 2020).

Bakteri *Escherichia coli* memiliki dua membran yang berbeda, yaitu membran luar dan membran dalam. Membran luar *Escherichia coli* tersusun atas struktur protein *outer membrane* (Omps), fosfolipid, lipopolisakarida (LPP), eksopolisakarida (EPS), flagella dan fimbriae tipe I, *Escherichia coli* juga memiliki unsur utama pada dinding sel yang memberi kekuatan dan bentuk dari sel yaitu peptidoglikan (Wang *et al.*, 2021). Paparan inframerah merupakan terapi yang dapat diberikan kepada bakteri atau manusia, yang merupakan gangguan mekanik. Tortora *et al.* (2007) menunjukkan bahwa dinding pada bakteri *Escherichia coli* yang memiliki lapisan peptidoglikan dengan sifat rentan jika terkena gangguan dari luar secara mekanik maupun kimia. *Escherichia coli* pada cawan petri akan menyerap paparan *Near Infrared* dan akan mengubah kandungan air pada koloni menjadi panas yang selanjutnya dapat menghancurkan bakteri melalui berbagai efek thermal pada sel bakteri, yang selanjutnya akan terjadi kebocoran seluler dan kematian bakteri (Tran *et al.*, 2018). Membran sel bakteri yang rusak dapat meningkatkan permeabilitas dan sensitivitas terhadap panas dan menurunkan temperatur hyperthermia (Liu *et al.*, 2018). Hyperthermia juga menyebabkan pelepasan *nitric oxide* (NO) yang berbahaya bagi sel bakteri (Zhao *et al.*, 2020). Perbedaan jumlah koloni *Escherichia coli* antara kelompok dapat dilihat melalui uji *pos hoc* LSD pada tabel di bawah ini.

Tabel 2. Hasil uji pos hoc LSD

Dependent Variable	Group	Group	p-value
Jumlah Koloni <i>Escherichia coli</i>	K0	K1	0,000*
		K2	0,000*
		K3	0,000*
	K1	K2	0,001*
		K3	0,000*
		K2	K3

\*Menunjukkan Beda Signifikan

Hasil uji beda dengan *pos hoc* LSD menyatakan bahwa terdapat perbedaan signifikan jumlah koloni pada kelompok kontrol yang tidak dipapar dengan infra merah (K0) dengan semua kelompok yang diberi paparan infra merah berbagai waktu (K1, K2 dan K3). Antara kelompok perlakuan infra merah selama 25 menit (K1) berbeda jumlah koloni secara signifikan dibandingkan kelompok yang diberi paparan infra merah 30 menit (K2) dan 35 menit (K3). Jumlah koloni pada K1 menunjukkan jumlah koloni yang paling tinggi dibandingkan kelompok perlakuan lainnya.

Semakin lama waktu paparan sinar infra merah lebih efektif dalam membunuh *Escherichia coli*, karena kombinasi dari aksi radikal bebas dan suhu yang tinggi. Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Teng *et al.*, 2020), setelah paparan *Near infrared* dengan panjang gelombang 808 nm selama 15 menit, sebelumnya dapat memproduksi cukup *Reactive Oxygen Species* (ROS), selanjutnya dapat menghasilkan hyperthermia pada permukaan kultur, dengan keefektifan dalam membunuh bakteri *Escherichia coli* sebesar 99,89%

## KESIMPULAN

Paparan sinar infra merah dengan waktu paparan selama 35 menit lebih efektif dalam menghentikan pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* sehingga secara makroskopik terlihat bahwa koloni bakteri yang tumbuh di media pembiakan jauh lebih sedikit dibandingkan dengan koloni bakteri yang tumbuh dengan waktu paparan sinar infra merah selama 25 menit dan 30 menit.

## SARAN

Penelitian selanjutnya dapat dilanjutkan dengan mengamati kematian bakteri *Escherichia coli* melalui mikroskop SEM agar dapat diamati morfologi sel bakteri yang mengalami kematian sehingga dapat dipelajari mekanisme kematiannya.

## DAFTAR RUJUKAN

- Astuti, J., Vol, P., Pascasarjana, P., & Airlangga, U. (2015). Jurnal Biosains Pascasarjana Vol. 17 (2015) pp © (2015) Program Pascasarjana Universitas Airlangga, Indonesia. *Jurnal Biosains Pascasarjana Vol. 17 (2015) Pp*, 17(1), 10–18.
- Barolet, D., Christiaens, F., & Hamblin, M. R. (2016). Infrared and skin: Friend or foe. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 155, 78–85. <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2015.12.014>
- Han, Q., Lau, J. W., Do, T. C., Zhang, Z., & Xing, B. (2021). Near-Infrared Light Brightens Bacterial Disinfection: Recent Progress and Perspectives. *ACS Applied Bio Materials*, 4(5), 3937–3961. <https://doi.org/10.1021/acsabm.0c01341>
- Li, M., Li, L., Su, K., Liu, X., Zhang, T., Liang, Y., Jing, D., Yang, X., Zheng, D., Cui, Z., Li, Z., Zhu, S., Yeung, K. W. K., Zheng, Y., Wang, X., & Wu, S. (2019). Highly Effective and Noninvasive Near-Infrared Eradication of a *Staphylococcus aureus* Biofilm on Implants by a Photoresponsive Coating

- within 20 Min. *Advanced Science*, 6(17).  
<https://doi.org/10.1002/advs.201900599>
- Liu, M., He, D., Yang, T., Liu, W., Mao, L., Zhu, Y., Wu, J., Luo, G., & Deng, J. (2018). An efficient antimicrobial depot for infectious site-targeted chemophotothermal therapy. *Journal of Nanobiotechnology*, 16(1), 1–20. <https://doi.org/10.1186/s12951-018-0348-z>
- Rianti, E. D. D., Tania, P. O. A., & Listyawati, A. F. (2021). Pengaruh Paparan Sinar Inframerah Terhadap Pertumbuhan Koloni Staphylococcus Aureus dan Escherichia Coli dengan Indikator Jumlah Koloni. *Prosiding Semnas Biologi*, 9, 55–66.  
<https://proceeding.unnes.ac.id/index.php/semnasbiologi/article/view/767>
- Sutiknowati, L. I. (2016). “Bioindikator Pencemar, Bakteri Escherichia coli.” *Jurnal Oseana*, 41(4), 63–71. [oseanografi.lipi.go.id](http://oseanografi.lipi.go.id)
- Teng, X., Liu, X., Cui, Z., Zheng, Y., Chen, D. fu, Li, Z., Liang, Y., Zhu, S., & Wu, S. (2020). Rapid and highly effective bacteria-killing by polydopamine/IR780@MnO<sub>2</sub>-Ti using near-infrared light. *Progress in Natural Science: Materials International*, 30(5), 677–685. <https://doi.org/10.1016/j.pnsc.2020.06.003>
- Tortora G. J., Funke B. R., and Case C. L. 2007. *Microbiology*. Pearson Education Inc. San Francisco. pp 87-99.
- Tran, V. N., Dasagrandhi, C., Truong, V. G., Kim, Y. M., & Kang, H. W. (2018). Antibacterial activity of Staphylococcus aureus biofilm under combined exposure of glutaraldehyde, near-infrared light, and 405-nm laser. *PLoS ONE*, 13(8), 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202821>
- Wang, J., Ma, W., & Wang, X. (2021). Insights into the structure of Escherichia coli outer membrane as the target for engineering microbial cell factories. *Microbial Cell Factories*, 20(1), 1–17. <https://doi.org/10.1186/s12934-021-01565-8>
- Zhao, B., Wang, H., Dong, W., Cheng, S., Li, H., Tan, J., Zhou, J., He, W., Li, L., Zhang, J., Luo, G., & Qian, W. (2020). A multifunctional platform with single-NIR-laser-triggered photothermal and NO release for synergistic therapy against multidrug-resistant Gram-negative bacteria and their biofilms. *Journal of Nanobiotechnology*, 18(1), 1–25. <https://doi.org/10.1186/s12951-020-00614-5>