

Efektivitas sinar ultraviolet terhadap daya hambat pertumbuhan bakteri *staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* di laboratorium IMLTD

The effectiveness of ultraviolet radiatiion in Inhibiting the growth of staphylococcus aureus And escherichia coli in the TTI laboratory

Rosadalima Dagaina Koten¹, Gravinda Widyaswara^{2*}, Aulia Rahman³, Kumara Rahmawati Zain⁴

Prodi Teknologi Bank Darah, STIKes Guna Bangsa Yogyakarta, Indonesia
Jl. Ring Road Utara, Ngringin, Condongcatur, Kec. Depok, Kabupaten Sleman,
Daerah Istimewa Yogyakarta 55283

cessykoten@gmail.com¹, gravinda.widyaswara@gunabangsa.ac.id^{2*},
auliarahman96@gmail.com³, kumarazain96@gmail.com⁴

Abstrak

Latar Belakang: Laboratorium IMLTD adalah laboratorium yang harus bebas dari kontaminasi bakteri. Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* merupakan bakteri yang umum ditemukan di udara dan dapat hidup dalam tubuh manusia. Pertumbuhan kedua bakteri ini bisa dapat dikendalikan menggunakan sinar ultraviolet. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas sinar ultraviolet terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dengan periode waktu penyinaran 10, 20 dan 30 menit. Media yang digunakan untuk pertumbuhan bakteri adalah NA. **Metode:** Jenis penelitian yang dilakukan yaitu penelitian eksperimen dengan pendekatan *cross sectional* yaitu hasil penelitian memberikan perbandingan jumlah koloni yang tumbuh antara sampel kontrol dan sampel yang disinari ultraviolet. Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara deskriptif menggunakan *microsoft excel*. **Hasil:** Hasil yang diperoleh, pada kontrol tanpa penyinaran bakteri yang tumbuh >350 CFU. Setiap periode waktu paparan terhadap kedua bakteri mengalami penurunan jumlah koloni. Setiap periode paparan terjadi penurunan jumlah koloni. Penurunan jumlah bakteri paling banyak yaitu pada penyinaran 30 menit dengan jarak penyinaran 30 cm dan penurunan jumlah koloni paling sedikit yaitu pada penyinaran 10 menit dengan jarak 100 cm. **Simpulan:** Berdasarkan dari penelitian ini adalah sinar ultraviolet efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Periode waktu 30 menit jarak penyinaran 30 cm memberikan hasil yang efektif dibandingkan dengan periode paparan yang lain.

Kata kunci: *Escherichia coli*, IMLTD, sinar ultraviolet, *Staphylococcus aureus*

Abstract

Background: TTI laboratory must be free from bacterial contamination. *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* are bacteria commonly found in the air and can live in the human body. The growth of these two bacteria can be controlled using ultraviolet light. **Objective:** The purpose of this study was to determine the effectiveness of ultraviolet light on the growth of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* bacteria with irradiation periods of 10, 20, and 30

minutes. The medium used for bacterial growth was NA. **Method:** The type of research conducted was experimental research with a cross-sectional approach, namely the results of the research provided a comparison of the number of colonies that grew between control samples and samples irradiated with ultraviolet light. The data obtained were then analyzed descriptively using microsoft excel. **Results:** The results obtained showed that in the control without irradiation, the bacteria grew >350 CFU. Each exposure period to both bacteria experienced a decrease in the number of colonies. Each exposure period saw a decrease in the number of colonies. The greatest decrease in the number of bacteria occurred after 30 minutes of irradiation with a distance of 30 cm, and the least decrease in the number of colonies occurred after 10 minutes of irradiation with a distance of 100 cm. **Conclusion:** The conclusion of this study is that ultraviolet light is effective in inhibiting bacterial growth. A 30-minute time period at a 30 cm irradiation distance provided effective results compared to other exposure periods.

PENDAHULUAN

Laboratorium Pendidikan adalah komponen pendukung pendidikan yang sangat penting dan strategis (Muryani, 2016). Laboratorium IMLTD (Infeksi Menular Lewat Transfusi Darah) merupakan salah satu ruangan yang dianggap berpotensi tercemar oleh mikroorganisme udara berupa bakteri. Hal ini dikarenakan seringnya penggunaan laboratorium untuk kegiatan praktikum dan penelitian. Laboratorium IMLTD juga digunakan untuk kegiatan praktikum yang berhubungan dengan darah dan digunakan untuk pemeriksaan empat parameter IMLTD, sehingga wajib bebas dari kontaminasi bakteri. Adanya kontaminasi bakteri dapat menyebabkan kontaminasi silang pada sampel darah serta risiko infeksi nosokomial (Rahmatullah *et al.*, 2023). PMI menyediakan kantong darah yang memenuhi kualitas mutu produk darah untuk transfusi sehingga produk darah maupun ruangan yang digunakan wajib bebas dari kontaminasi bakteri (Williams, 2016).

Hasil penelitian dari Gilang *et al* (2019), menemukan beberapa bakteri udara yaitu *Staphylococcus aureus* (48,6%), *Escherichia coli* (27,2%), *Staphylococcus epidermidis* (12,5 %), *Salmonella typhii* (6,7%) dan *Staphylococcus saprophyticus* (5%). *Staphylococcus aureus* adalah bakteri kontaminan udara yang paling umum ditemukan. Bakteri *Staphylococcus aureus* adalah bakteri flora normal yang ada pada tubuh manusia dan juga dapat hidup di dalam darah. Bakteri ini juga dapat ditemukan di pakaian dan lingkungan di mana orang berada. *Staphylococcus aureus* dapat menyebabkan pneumonia dan masalah pencernaan. Bakteri lain yang umum ditemukan di udara adalah *Escherichia coli*. *Escherichia coli* merupakan salah satu bakteri gram negatif yang termasuk bakteri flora normal yang dapat hidup dalam tubuh manusia dan terdapat dalam darah. Selain itu, bakteri ini dapat menginfeksi melalui inhalasi ketika bakteri tersebut berada di udara yang dapat menyebabkan penyakit diare, infeksi saluran kemih dan pneumonia nosokomial (Gilang *et al.*, 2019).

Pertumbuhan koloni bakteri di dalam ruangan dapat ditentukan dari suhu udara yang berdampak pada kualitas udara (Sukmawaty *et al.*, 2017). Suhu yang terlalu panas dapat menyebabkan kelembaban udara tinggi, sehingga dapat

menyebabkan terjadinya peningkatan jumlah koloni bakteri udara dalam ruangan (Fithri *et al.*, 2016). Selain itu, peningkatan bakteri di udara pada suatu ruang dapat dipengaruhi karena kurang maksimalnya pembersihan ruangan, kondisi pintu yang selalu terbuka (Sukmawaty *et al.*, 2017), serta banyaknya orang yang masuk atau beraktivitas didalam ruangan, sehingga mengakibatkan peningkatan dan penyebaran bakteri di dalam ruangan (Muntaha dan Caesar, 2016). Beberapa faktor seperti kadar debu, suhu, dan tingkat kelembaban memengaruhi jumlah bakteri di udara. Meningkatnya jumlah mikroba di udara dapat disebabkan oleh tingginya suhu di ruangan yang diikuti oleh tingkat kelembapan yang tinggi (Rinihapsari *et al.*, 2021).

Pertumbuhan bakteri bisa dapat dikendalikan dengan menghambat pertumbuhannya atau menghilangkannya dari lingkungan dengan cara sterilisasi ruangan. Salah satu sterilisasi ruangan yaitu menggunakan sinar ultraviolet. Sistem desinfektan sinar ultraviolet adalah metode baru untuk membunuh mikroorganisme patogen tanpa menggunakan metode konvensional. Sinar ultraviolet memiliki jangkauan yang efektif dalam membunuh bakteri, dengan panjang gelombang antara 100 hingga 280 nm. Sinar ultraviolet dapat membunuh bakteri dengan merusak DNA dari bakteri. Keuntungan penggunaan sinar ultraviolet termasuk tidak memerlukan perubahan ventilasi ruangan, tidak meninggalkan residu setelah penggunaan, dan memiliki spektrum aksi yang luas dan waktu pemaparan yang cepat. Dengan merusak sel melalui fotohidrasi, photosplitting, fotodimerisasi, dan photocrosslinking, efek *germisdal* sinar ultraviolet menghambat replikasi seluler mikroba, sehingga bakteri tidak dapat berkembang (Casini *et al.*, 2019). Berdasarkan uraian di atas maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang efektivitas sinar ultraviolet terhadap daya hambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* di laboratorium IMLTD dengan periode waktu penyinaran 10, 20 dan 30 menit.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan merupakan penelitian eksperimen dengan pendekatan *cross sectional* dengan tujuan mengetahui pada periode waktu paparan berapa pertumbuhan bakteri bisa dapat dikendalikan dengan efektif. Analisis data yaitu menghitung jumlah koloni yang tumbuh pada media NA metode *streak plate* setelah disinari ultraviolet. Data kemudian dianalisis secara deskriptif menggunakan *microsoft excel*. Perhitungan jumlah koloni bakteri yang tumbuh menggunakan *colony counter*. Penelitian dilakukan dengan meletakkan cawan petri berisi biakan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* di laboratorium IMLTD Stikes Guna Bangsa kemudian disinari ultraviolet periode waktu 10, 20 dan 30 menit dengan jarak penyinaran 30 cm dan 100 cm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

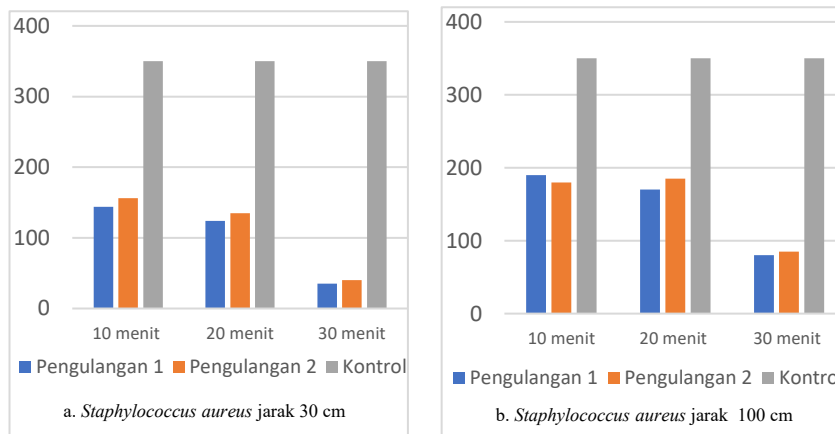
Hasil

Penelitian tentang efektivitas sinar ultraviolet terhadap daya hambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* di ruangan laboratorium IMLTD STikes Guna Bangsa Yogyakarta menggunakan tiga periode waktu paparan yaitu 10, 20 dan 30 menit dengan jarak penyinaran 30 cm dan 100 cm. Media pertumbuhan bakteri yang digunakan untuk menumbuhkan bakteri adalah nutrient agar, dengan teknik penanaman menggunakan metode *streak plate*. Penggunaan metode *streak plate* dimaksudkan agar koloni bakteri yang tumbuh dapat terpisah secara jelas satu sama lain, sehingga mempermudah dalam proses pengamatan.

Tabel 1. Hasil Penyinaran semua periode waktu

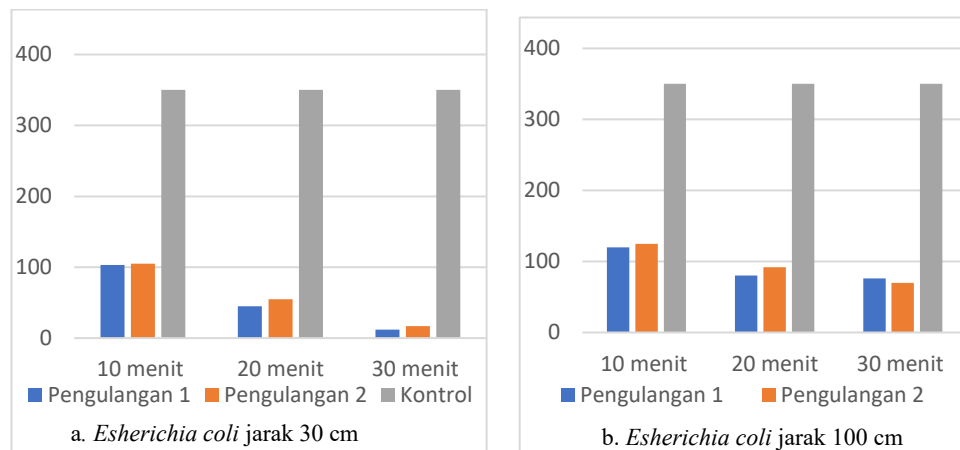
| Spesies Bakteri | Waktu dan Jarak Penyinaran | | | | | |
|------------------------------|----------------------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|
| | 30 cm | | | 100 cm | | |
| | 10 mnt | 20 mnt | 30 mnt | 10 mnt | 20 mnt | 30 mnt |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | 144 | 124 | 35 | 190 | 170 | 80 |
| Rata-rata | 150 | 130 | 38 | 185 | 178 | 83 |
| Kontrol | >350 | | | | | |
| <i>Escherichia coli</i> | 103 | 45 | 12 | 120 | 80 | 76 |
| Rata-rata | 104 | 50 | 15 | 123 | 86 | 83 |
| Kontrol | >350 | | | | | |

(Sumber: Data diolah, 2025)



Gambar 1. Grafik hasil penyinaran bakteri *Staphylococcus aureus* dengan jarak penyinaran (a) 30 cm dan (b) 100 cm

Pada Tabel 1 dan Gambar 1, menunjukkan hasil jumlah bakteri *Staphylococcus aureus* setelah penyinaran selama 10, 20 dan 30 menit pada jarak 30 cm dan 100 cm. Pada jarak 30 cm, rerata jumlah koloni periode waktu 10 menit berjumlah 150 CFU, waktu 20 menit berjumlah 130 CFU, dan waktu 30 menit berjumlah 38 CFU. Pada jarak 100 cm, rerata jumlah koloni periode waktu 10 menit berjumlah 185 CFU, waktu 20 menit 178 CFU, dan waktu 30 menit berjumlah 83 CFU. Adapun pada kontrol (tanpa penyinaran) jumlah bakteri yang tumbuh lebih dari batas maksimum yaitu >350 CFU.



Gambar 2. Grafik hasil penyinaran bakteri *Escherichia coli* dengan jarak penyinaran (a) 30 cm dan (b) 100 cm

Pada Tabel 1 dan Gambar 2, menunjukkan hasil jumlah bakteri *Escherichia coli* setelah penyinaran selama 10, 20 dan 30 menit pada jarak 30 cm dan 100 cm. Pada jarak 30 cm, rerata jumlah koloni periode waktu 10 menit berjumlah 104 CFU, waktu 20 menit berjumlah 50 CFU, dan waktu 30 menit berjumlah 15 CFU. Pada jarak 100 cm, rerata jumlah koloni periode waktu 10 menit berjumlah 123 CFU, waktu 20 menit 86 CFU, dan waktu 30 menit berjumlah 83 CFU. Adapun pada kontrol (tanpa penyinaran) jumlah bakteri yang tumbuh lebih dari batas maksimum yaitu >350 CFU.

Pembahasan

Hasil penelitian yang telah dilakukan ini selaras dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Apriyanthi *et al* (2022) bahwa tingkat kematian bakteri lebih tinggi jika intensitas sinar *ultraviolet* yang diberikan tinggi, tetapi jika intensitas sinar *ultraviolet* yang diterima lebih rendah, maka tingkat kematian bakteri akan lebih rendah. Semakin dekat paparan sinar *ultraviolet* dan waktu paparan yang lama terhadap bakteri, maka terjadi penurunan jumlah bakteri yang banyak. Begitupun sebaliknya, jika paparan sinar *ultraviolet* dengan jarak yang cukup jauh dan waktu yang singkat, maka semakin sedikit penurunan jumlah bakteri.

Penurunan jumlah bakteri disebabkan karena sinar *ultraviolet* mengenai bakteri sehingga DNA bakteri rusak akibat mengabsorpsi radiasi *ultraviolet*. Hal ini menghasilkan perubahan kimiawi pada nukleoprotein dan pembentukan hubungan silang antara pasangan molekul timin. Hubungan ini dapat menyebabkan salah baca kode genetik yang dapat menyebabkan mutasi yang merusak atau melemahkan fungsi vital organisme, yang dapat menyebabkan kematian bakteri (Rinihapsari *et al.*, 2021). Tingkat penyerapan sinar *ultraviolet* oleh molekul DNA bergantung pada panjang gelombang sinar *ultraviolet*. Daerah panjang spektrum yang paling efektif untuk memberikan efek *germisdal* berkisar antara 250 nm hingga 265 nm, dengan DNA bakteri menyerap radiasi UV terbaik pada sekitar 254 nm (Sari *et al.*, 2021).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, hasil penyinaran *ultraviolet* terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* masih terdapat koloni bakteri yang hidup. Hal ini disebabkan karena bakteri memiliki kemampuan untuk

bertahan terhadap efek sinar ultraviolet. Terdapat dua mekanisme bakteri untuk bertahan terhadap sinar ultraviolet. Mekanisme pertama adalah *light independence*, juga dikenal sebagai *dark repair*. Mekanisme *light independence* adalah mekanisme perbaikan DNA bakteri tidak memerlukan cahaya untuk memperbaiki kerusakan akibat paparan sinar ultraviolet. Pada proses ini, bakteri menggunakan enzim-enzim khusus dan energi yang tersedia untuk memperbaiki kerusakan pada asam nukleat (DNA) yang terjadi akibat radiasi UV, tanpa membutuhkan cahaya sebagai sumber energi tambahan. Mekanisme kedua adalah fotoreaksi, di mana sinar ultraviolet menggunakan panjang gelombang 310–480 nm untuk memperbaiki kerusakan DNA, mengurangi dampak kerusakan DNA (Risky *et al.*, 2021).

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi efektivitas sinar ultraviolet dalam menghambat pertumbuhan bakteri yaitu intensitas serta panjang gelombang lampu ultraviolet, jarak antara sinar ultraviolet dengan sampel, luas ruangan, lama waktu penyinaran, masa pakai lampu dan jenis bakteri itu sendiri. Jenis bakteri *Staphylococcus aureus* (gram positif) memiliki lapisan protein yang tebal pada dinding sel sehingga melindungi DNA bakteri dari paparan sinar ultraviolet, bahkan pada tingkat inaktivasi yang sangat tinggi (Sulatri *et al.*, 2017). Pada bakteri *Escherichia coli* (gram negatif) memiliki dinding sel dengan lapisan peptidoglikan lebih tipis dibandingkan bakteri gram positif. Lapisan yang lebih tipis ini mudah dirusak oleh radiasi ultraviolet sehingga menyebabkan kerusakan lebih cepat sehingga penurunan jumlah koloni yang lebih banyak

Adanya pertumbuhan bakteri setelah penyinaran sinar ultraviolet juga dapat disebabkan karena dalam penelitian ini tidak dilakukan sterilisasi ruang laboratorium IMLTD terlebih dahulu, sehingga bakteri yang tumbuh setelah penyinaran sinar ultraviolet dapat berasal dari bakteri udara yang ada di ruangan laboratorium IMLTD. Sterilisasi bakteri udara perlu dilakukan untuk menghindari bias data pada penelitian ini. Selain itu, penanganan bakteri uji (*Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*) yang ditumbuhkan dicawan petri tidak dibawa menggunakan sterile box. Sterile box penting digunakan untuk meminimalisir terjadinya kontaminasi bakteri luar agar bakteri uji atau bakteri target tidak terganggu pertumbuhannya, sehingga data pada penelitian tidak bias.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan tentang efektivitas sinar ultraviolet terhadap daya hambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* di laboratorium IMLTD dengan periode waktu penyinaran 10, 20 dan 30 menit menunjukkan hasil yang efektif. Penurunan jumlah bakteri paling sedikit untuk kedua bakteri pada periode waktu penyinaran 10 menit dengan jarak 100 cm dan penurunan paling banyak pada periode waktu 30 menit dengan jarak 30 cm. Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa periode waktu penyinaran paling efektif untuk menghentikan pertumbuhan bakteri adalah periode waktu 30 menit dengan jarak penyinaran 30 cm.

SARAN

Bagi peneliti selanjutnya untuk meminimalkan potensi bias data pada penelitian, agar sebelum proses penyinaran sinar ultraviolet dilakukan, ruang laboratorium IMLTD terlebih dahulu menjalani proses sterilisasi udara. Hal ini bertujuan untuk mengurangi jumlah bakteri lingkungan yang dapat mengkontaminasi sampel dan mempengaruhi hasil penelitian. Selain itu, dalam proses pemindahan bakteri uji *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* yang telah ditumbuhkan di cawan petri, sebaiknya digunakan *sterile box* atau alat pengaman biologis lainnya. Penggunaan *sterile box* akan membantu mencegah kontaminasi dari bakteri luar, menjaga kemurnian bakteri target, dan memastikan pertumbuhan bakteri uji tetap optimal sehingga hasil penelitian lebih akurat dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriyanthi, V, R, P, D., Laksmi, S, A., dan Widayanti, P, N. (2022). Identifikasi Bakteri Kontaminan Pada Gelang Tri Datu. *Jurnal Biologi Makassar*, 7(2), 24–33. <https://journal.unhas.ac.id/index.php/bioma>
- Casini B., Tuvo B., Cristina M.L., Spagnolo A.M., Totaro M., Baggiani A., and Privitera G.P. (2019). Evaluation of an Ultraviolet C (UVC) Light- Emitting Device for Disinfection of High Touch Surfaces in Hospital Critical Areas. *Int.J. Environ. Res. Public Health*. 16. 3572
- Fithri, N. K., Handayani, P., Vionalita, G. (2016). Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Jumlah Mikroorganisme Udara Dalam Ruang Kelas Lantai 8 Universitas Esa Unggul. *Forum Ilmiah*. 13(1): 15-16
- Gilang, L., Astuti, P., dan Muthmainah, N. (2019). Identifikasi Bakteri Kontaminan Udara Di Ruanganperinatologi Rsud Idaman Banjarbaru Tahun 2018. *Hemeostatis*. 19–24
- Muntaha, R., Caesar, D.L. (2016). Faktor Lingkungan Fisik Ruangan dengan Angka Kuman Udara Ruang Rawat Inap Gedung Siti Hajar Rumah Sakit Islam Sultan Hadlirin Jepara. *Cendekia Utama* 1(5) : 97-109
- Muryani, S.(2016). Desinfektan Nabati untuk Menurunkan Jumlah Kuman Udara dan Lantai di Ruang Laboratorium. *Jurnal Teknologi Kesehatan*, 12 (2).
- Rahmatullah W, Triesyulianti F. G, Shinta. (2023). Identifikasi Bakteri Kontaminasi Pada Ruang Infeksi Menular Lewat Transfusi Darah (IMLTD). *Jurnal Kesehatan*. 11 (1), 43-55
- Rinihapsari, E., Putri, F, S, A., Widyanigrati, H, B. (2021). Waktu dan Jarak Efektivitas Penyinaran Sinar Ultraviolet pada Mikroba Udara Laboratorium. *Jurnal Sains dan Kesehatan* 5 (1):67-69 <https://doi.org/10.57214/jusika.v5i1.470>
- Risky, D. P. V., Ratnawati, I. G. A., dan Kawuri, R. (2021). Pengaruh Sinar Ultraviolet Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Enterotoxigenic E.Coli* (Etec) Penyebab Penyakit Diare. *Bioma : Jurnal Biologi Makassar*, 6(1), 66-73 <http://journal.unhas.ac.id/index.php/bioma>
- Sari, P, D., Rahmawati., & Rusmiyanto, P.M, E. (2019). Angka Paling Mungkin (Most Probable Number/MPN) Coliform Sampel Minuman Lidah Buaya Di Pontianak. *Jurnal Protobiont*, 8(1), 59–63.

<https://doi.org/10.26418/protobiont.v8i1.30861>

Sukmawaty, E., Manyullei, S., & Dwi, V. (2017). Kualitas Bakteriologis Udara Dalam Ruang Perawatan VIP Anak RSUD H. Padjonga Daeng Ngalle Kabupaten Takalar. *Prosiding Seminar Nasional Biology for Life*, 3(1), 38–43. [https://journal3.uin-](https://journal3.uin-alauddin.ac.id/index.php/psb/article/download/4802/4312)

[alauddin.ac.id/index.php/psb/article/download/4802/4312](https://journal3.uin-alauddin.ac.id/index.php/psb/article/download/4802/4312)
Sulatri, N, L., Yogeswara, I, B, A., & Nursini, N, W. (2017). Efektifitas sinar ultraviolet terhadap cemaran bakteri patogen pada makanan cair sonde untuk pasien immune-compromised. *Jurnal Gizi Indonesia (The Indonesian Journal of Nutrition)*, 5(2), 112–118. <https://doi.org/10.14710/jgi.5.2.112-118>

Williams, R. (2016). Patient safety. *Nursing Management*, 23(1), 19.