

Penurunan total kuman alat makan dengan paparan UV-Light Emitting Diode

Misda Asriani Lubis ^{a *}, Yosephina Ardiani Septiati ^b, Sadono Setyoko ^c

Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Bandung. Jl. Padjajaran No 56 Bandung, Indonesia

^a misdaasriani10@gmail.com; ^b yosephina_ardiani@yahoo.com; ^c sadonos@gmail.com

* Corresponding Author

Receipt: 4 January 2024; Revision: 10 February 2024; Accepted: 28 February 2024

Abstrak: Kebersihan alat makan berperan penting dalam menjaga kualitas makanan dan kesehatan masyarakat, karena peralatan yang tidak bersih dapat menjadi media penularan penyakit bawaan makanan (*foodborne disease*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama paparan UV-Light Emitting Diode (LED) terhadap penurunan total angka kuman pada alat makan berupa sendok dan garpu di PT. X. Metode penelitian yang digunakan adalah *true experiment* dengan teknik pengambilan sampel secara acak (*random sampling*) terhadap 24 sampel sendok dan garpu. Perlakuan diberikan dalam tiga variasi lama paparan, yaitu 10 menit, 15 menit, dan 20 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata persentase penurunan angka total kuman pada lama paparan 10 menit sebesar 49%, 15 menit sebesar 62%, dan 20 menit sebesar 98%. Uji statistik menunjukkan adanya pengaruh signifikan antara variasi lama paparan UV-LED terhadap penurunan angka kuman, dengan waktu paparan 20 menit sebagai perlakuan paling efektif. Simpulan dari penelitian ini adalah paparan UV-LED selama 20 menit dapat menurunkan hampir seluruh jumlah kuman pada alat makan sendok dan garpu. Penelitian lebih lanjut disarankan untuk menilai efektivitas UV-LED terhadap jenis alat makan lain seperti piring dan mangkok.

Abstract: The cleanliness of eating utensils plays an important role in maintaining food quality and public health, as unclean utensils can become a medium for the transmission of foodborne diseases. This study aims to determine the effect of UV-Light Emitting Diode (LED) exposure time on the reduction of total bacteria count on eating utensils, namely spoons and forks, at PT. X. The research method used was a true experiment with random sampling of 24 spoon and fork samples. The treatment was given in three variations of exposure time, namely 10 minutes, 15 minutes, and 20 minutes. The results showed that the average percentage reduction in total bacteria count was 49% for 10 minutes of exposure, 62% for 15 minutes, and 98% for 20 minutes. Statistical tests showed a significant effect between the variations in UV-LED exposure duration and the reduction in bacteria count, with 20 minutes of exposure being the most effective treatment. The conclusion of this study is that 20 minutes of UV-LED exposure can reduce almost all bacteria on spoons and forks. Further research is recommended to assess the effectiveness of UV-LED on other types of tableware, such as plates and bowls.

Keywords: Angka kuman, UV-LED, lama paparan, pengaruh

PENDAHULUAN

PT. X merupakan perusahaan yang bergerak dalam distribusi makanan dan minuman Jepang ke berbagai hotel, restoran, supermarket, dan pabrik. Perusahaan ini juga memiliki aktivitas dalam industri makanan olahan dan *cold storage*, mengolah produk seperti burger patties dan menyimpan makanan beku seperti *beef mince*, *beef cutting*, *beef sliced*, *salmon steak*, *salmon sliced*, *cheese*, dan *butter*. PT. X melaksanakan kebijakan terkait peraturan kerja yang berlaku di Indonesia, seperti yang tercantum dalam Peraturan Pemerintah No. 35 Tahun 2021 tentang pemberlakuan waktu lembur yang mensyaratkan pemberian upah kerja lembur berupa makanan dan minuman yang memenuhi kebutuhan kalori (Peraturan Pemerintah, 2021). Makanan



yang disediakan oleh perusahaan harus bebas dari kontaminasi bakteri, karena hal ini berkaitan langsung dengan kesehatan karyawan. Menurut Permenkes No. 1096 Tahun 2011, kontaminasi bakteri pada alat makan bisa menjadi penyebab utama penularan penyakit. Proses pencucian alat makan yang tidak memadai dan teknik penyimpanan yang buruk dapat meningkatkan risiko kontaminasi oleh mikroorganisme patogen seperti *Escherichia coli* dan *Coliform* (Permenkes, 2011). Kontaminasi ini dapat menyebabkan penyakit melalui peralatan makan yang tidak disterilisasi dengan baik.

Hasil observasi di pantry PT. X menunjukkan bahwa peralatan makan yang tersedia, seperti sendok, garpu, dan gelas, sering kali digunakan oleh karyawan tanpa prosedur pencucian dan penyimpanan yang benar. Pemeriksaan di laboratorium mikrobiologi terhadap angka total kuman pada alat makan sendok dan garpu menunjukkan adanya kontaminasi bakteri yang melebihi standar baku mutu yang ditetapkan oleh Permenkes No. 1096/MENKES/Per/V1/2011, yaitu tidak lebih dari 0 koloni/cm². Hasil pemeriksaan menunjukkan angka kuman pada sendok sebesar 262 koloni/cm² dan pada garpu sebesar 242 koloni/cm² (Permenkes, 2011). Pencucian yang tidak tepat dengan spons cuci piring yang digunakan berulang kali, pengeringan menggunakan lap yang tidak bersih, serta penyimpanan alat makan yang tidak tertutup menyebabkan terjadinya kontaminasi oleh bakteri. Air yang digunakan untuk mencuci alat makan juga tidak memenuhi standar kebersihan karena mengandung bakteri *Coliform* sebesar 24 CFU/100 ml, melebihi batas yang diizinkan yaitu 0 CFU/100 ml sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan No. 2 Tahun 2023 (Kemenkes, 2023).

Untuk mengurangi risiko kontaminasi bakteri, diperlukan upaya sterilisasi alat makan. Salah satu metode yang efektif adalah penggunaan sinar UV-C dan UV-LED. UV-C dengan panjang gelombang 254 nm mampu menembus dinding sel bakteri dan merusak DNA sehingga membunuh mikroorganisme. Namun, sinar UV-C konvensional memiliki kelemahan, seperti potensi bahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan karena penggunaan merkuri (Ulfa et al., 2020). Sebagai alternatif yang lebih aman dan efisien, UV-LED mulai digunakan karena bebas dari merkuri, lebih ramah lingkungan, memiliki konsumsi daya yang rendah, dan umur pemakaian yang lebih lama dibandingkan dengan sinar UV-C konvensional. Selain itu, UV-LED dapat digunakan terus-menerus tanpa risiko kerusakan pada kulit dan mata manusia, membuatnya lebih ideal untuk digunakan dalam lingkungan yang membutuhkan sterilisasi konstan seperti pabrik makanan (Song et al., 2019). Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan UV-LED pada panjang gelombang 254 nm efektif untuk menurunkan angka total kuman pada alat makan. Misalnya, penelitian Irmawartini et al. (2024) menunjukkan bahwa variasi daya lampu UV-C dan waktu kontak yang berbeda dapat secara signifikan menurunkan angka total kuman pada alat makan. Dengan daya lampu 30 watt dan waktu kontak 30 menit, angka total kuman dapat diturunkan hingga 0 koloni/cm² (Irmawartini et al., 2024). Penelitian lainnya oleh Nadya (2023) juga mendukung penggunaan UV-LED dalam menurunkan jumlah total kuman pada alat makan dengan variasi waktu kontak. Hasil menunjukkan bahwa peningkatan waktu paparan sinar UV-C dapat mengurangi jumlah kuman dengan efektif (Nadya, 2023).

Berdasarkan hasil penelitian, sterilisasi dengan sinar UV-LED merupakan metode yang efektif dan aman untuk mengurangi kontaminasi bakteri pada alat makan di pantry PT. X. Oleh karena itu, penulis merekomendasikan implementasi penggunaan UV-LED untuk sterilisasi alat makan sebagai upaya meningkatkan standar kebersihan dan keamanan pangan di perusahaan. Langkah ini akan membantu mengurangi risiko kontaminasi bakteri yang dapat membahayakan kesehatan karyawan, sekaligus mematuhi peraturan kesehatan yang berlaku. Untuk memastikan efektivitas dan keamanan penggunaan sinar UV-LED, perlu dilakukan pengawasan yang ketat terhadap proses sterilisasi, termasuk pengaturan waktu paparan dan jarak penyinaran. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh variasi lama paparan sinar UV-Light Emitting Diode (LED) terhadap penurunan jumlah total kuman pada alat makan di pantry PT. X. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan efektivitas metode sterilisasi menggunakan UV-LED dalam mengurangi kontaminasi mikroba pada alat makan yang digunakan sehari-hari di lingkungan kerja. Dengan menguji berbagai durasi paparan sinar UV-LED pada alat makan,

penelitian ini akan memberikan informasi tentang seberapa efisien UV-LED dalam mengurangi total kuman dibandingkan dengan metode sterilisasi lainnya. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan standar kebersihan alat makan di perusahaan, mengurangi risiko keracunan makanan, serta memberikan alternatif yang aman dan efektif dalam praktik sterilisasi alat makan di industri makanan dan minuman.

METODE

Metode penelitian ini menerapkan rancangan *True Experiment* dengan desain *Post-test with Control* untuk mengevaluasi pengaruh variasi lama paparan sinar UV-LED terhadap penurunan jumlah total kuman pada alat makan di pantry PT. X. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan efektivitas dari berbagai durasi paparan sinar UV-LED yaitu 10 menit, 15 menit, dan 20 menit dalam mengurangi total kuman pada alat makan dibandingkan dengan kontrol yang tidak terkena paparan UV-LED. Rancangan penelitian ini menggunakan metode *True Experiment* yang dirancang untuk mengidentifikasi hubungan sebab-akibat antara perlakuan yang diberikan (paparan UV-LED) dan hasil yang diukur (penurunan total kuman). Penelitian ini mengadopsi desain *Post-test with Control*, di mana kelompok eksperimen yang mendapatkan perlakuan UV-LED dibandingkan dengan kelompok kontrol yang tidak mendapat perlakuan. Penelitian ini dilakukan di pantry PT. X dengan populasi yang terdiri dari seluruh alat makan di lokasi tersebut, yang mencakup 84 sendok dan 41 garpu, total populasi sebesar 125 alat makan.

Untuk menentukan sampel penelitian, metode Random Sampling digunakan untuk memastikan representasi yang adil dari populasi. Sebanyak 24 alat makan diambil sebagai sampel, terdiri dari 18 alat makan untuk perlakuan dan 6 alat makan sebagai kontrol. Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan memberi label angka pada setiap alat makan, kemudian melakukan undian secara acak dengan menggunakan botol berisi kertas yang telah dilabeli angka. Pengundian dilakukan sebanyak 24 kali dalam satu hari untuk memastikan distribusi sampel yang acak dan representatif. Prosedur penelitian dimulai dengan tahap persiapan alat makan. Semua alat makan dicuci secara menyeluruh dengan teknik pencucian yang standar dan dieringankan dengan baik. Kemudian, alat makan yang akan dikenakan perlakuan UV-LED dimasukkan ke dalam alat sterilisasi yang telah diatur untuk memancarkan sinar UV-LED pada panjang gelombang 254 nm, dengan jarak penyinaran yang diatur pada 3 cm sesuai spesifikasi teknis untuk memastikan efektivitas paparan. Selama proses ini, peneliti memakai sarung tangan dan memastikan kebersihan area kerja dengan membersihkannya menggunakan alkohol serta menyalakan api bunsen untuk menghindari kontaminasi.

Untuk sampel perlakuan, alat makan dibagi menjadi tiga kelompok sesuai dengan variasi lama paparan: 10 menit, 15 menit, dan 20 menit. Setiap kelompok disinari dengan UV-LED sesuai durasi yang ditentukan. Alat makan yang tidak diberi perlakuan UV-LED digunakan sebagai kontrol. Setelah proses penyinaran selesai, alat makan diambil dengan hati-hati untuk memastikan tidak terjadi kontaminasi ulang. Seluruh alat makan yang telah diproses dimasukkan ke dalam coolbox yang berisi ice pack untuk menjaga suhu tetap dingin, yaitu di bawah 4°C, guna menjaga kualitas sampel selama pengiriman. Pengumpulan data dilakukan dengan mengukur jumlah total kuman pada alat makan yang telah melalui perlakuan UV-LED dan pada kontrol. Teknik pengukuran melibatkan penggunaan *Colony Counter* untuk menghitung jumlah koloni bakteri pada alat makan. Stopwatch digunakan untuk memastikan waktu paparan UV-LED yang tepat, dan kamera digunakan untuk mendokumentasikan setiap tahap proses penelitian. Data primer yang dikumpulkan dari hasil pengukuran jumlah koloni bakteri dianalisis untuk mengevaluasi efektivitas berbagai durasi paparan UV-LED dalam mengurangi jumlah total kuman. Data sekunder diperoleh dari kajian pustaka yang mencakup jurnal dan skripsi yang relevan untuk mendukung temuan penelitian. Penelitian dilakukan oleh peneliti yang dibantu oleh dua rekan yang telah diberi pelatihan khusus tentang prosedur penelitian. Semua tahapan penelitian, mulai dari persiapan hingga pengambilan sampel dan analisis data, dilakukan dengan memperhatikan prosedur yang ketat untuk memastikan akurasi dan konsistensi hasil. Penelitian ini berlangsung di pantry PT. X dari Maret 2024 hingga Mei 2024, dengan pengawasan dan

evaluasi berkala untuk memastikan semua langkah penelitian dilaksanakan sesuai dengan standar yang ditetapkan.

Langkah pertama dalam penelitian ini adalah pengajuan perizinan yang diperlukan untuk pelaksanaan praktik kerja lapangan (PKL), praktik belajar lapangan (PBL), serta penelitian di PT. X. Ini melibatkan pengajuan surat perizinan kepada pihak manajemen PT. X, termasuk izin untuk mengambil sampel alat makan seperti sendok dan garpu, serta izin untuk menyimpan alat dan bahan di lokasi tersebut. Selain itu, perizinan juga diperlukan untuk melakukan pemeriksaan angka total kuman di Laboratorium Kesehatan Daerah Provinsi Jawa Barat. Setelah memperoleh semua perizinan, langkah berikutnya adalah mempersiapkan alat dan bahan yang diperlukan untuk penelitian. Ini meliputi pengumpulan alat sterilisasi UV-LED, *Colony Counter*, *stopwatch*, kamera, dan bahan lain untuk pengukuran dan dokumentasi. Proses pengambilan sampel dilakukan dengan memilih alat makan secara acak untuk memastikan representativitas data; alat makan tanpa perlakuan disimpan sebagai kontrol, sedangkan alat makan yang akan diberi perlakuan disiapkan untuk proses sterilisasi. Selanjutnya, alat sterilisasi UV-LED disiapkan dengan dua lampu berdaya 15 watt dan panjang gelombang 254 nm yang dipasang pada jarak 3 cm dari alat makan. Setelah itu, sampel diuji di Laboratorium Kesehatan Daerah Provinsi Jawa Barat untuk mengukur jumlah total kuman pada alat makan yang telah disterilkan menggunakan UV-LED. Penelitian ini juga melibatkan enam kali pengulangan pada masing-masing variasi lama paparan UV-LED (10 menit, 15 menit, dan 20 menit), memastikan konsistensi hasil dan validitas data untuk mengevaluasi efektivitas paparan UV-LED dalam mengurangi jumlah kuman pada alat makan.

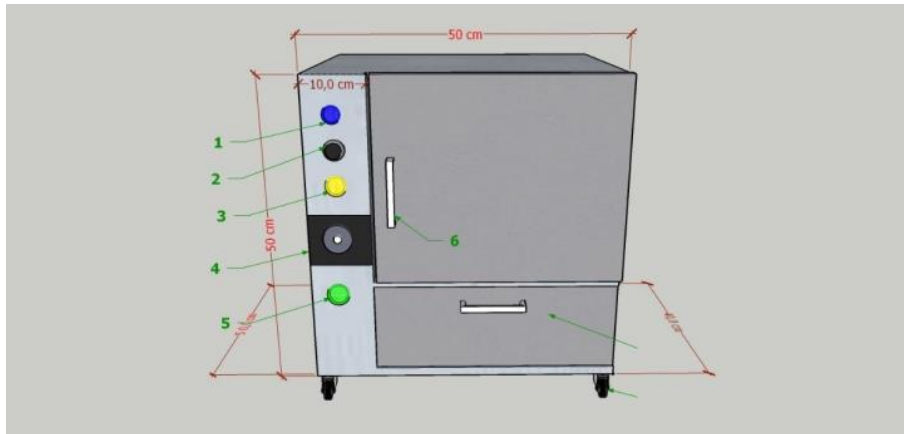
Persiapan Pembuatan Rekayasa Alat

Alat dan bahan yang digunakan antara lain: (1) meteran; (2) Kerangka Lemari Sterilisasi; (3) Rak Stainless Steel; (4) Timer Digital; (5) Stekker Bronco 1 pcs; (6) Dua lampu UV – LED masing-masing 15 watt; dan (7) Lemari 1 pintu yang terbuat dari bahan stainless steel dengan ukuran 50 cm x 50 cm x 40 cm, digunakan untuk menempatkan bahan atau alat yang akan disterilisasi.

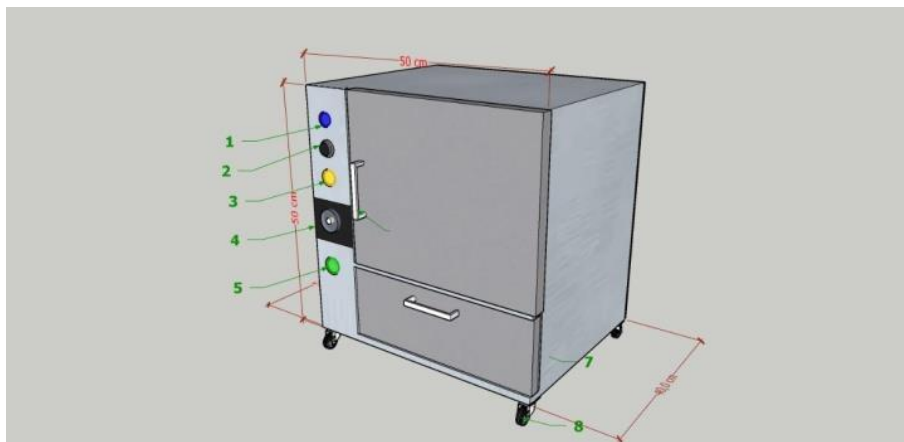
Lemari ini dibuat dari bahan stainless steel dengan dimensi 50 cm x 50 cm x 40 cm (Gambar 1). Meskipun demikian, lemari ini belum dapat menampung semua alat makan seperti sendok dan garpu dalam satu kali proses sterilisasi. Proses sterilisasi dilakukan dengan variasi waktu paparan selama 10 menit, 15 menit, dan 20 menit, yang diatur menggunakan timer. Lemari ini dilengkapi dengan 2 lampu UV-LED berdaya 15 watt pada panjang gelombang 254 nm, yang dipasang secara horizontal dengan jarak penyinaran 3 cm. Selain itu, lemari ini juga memiliki 1 rak *stainless steel* untuk menyimpan sendok dan garpu selama proses sterilisasi.

Mekanisme kerja alat sterilisasi UV-LED yaitu: (1) Sambungkan alat sterilisasi ke stop kontak; lampu biru akan menyala, menandakan bahwa alat sudah terhubung dengan arus listrik; (2) Masukkan sendok dan garpu ke dalam alat sterilisasi dan letakkan pada rak yang telah disediakan; (3) Atur timer sesuai dengan durasi sterilisasi yang diinginkan, kemudian putar tombol power untuk mengaktifkan alat; (4) Proses sterilisasi akan dimulai secara otomatis, ditandai dengan lampu berwarna oranye yang menyala; dan (5) Ketika timer sudah selesai terdapat alarm untuk menandakan sterilisasi telah selesai, putar kembali tombol power untuk mematikan alat dan lampu akan mati secara otomatis.

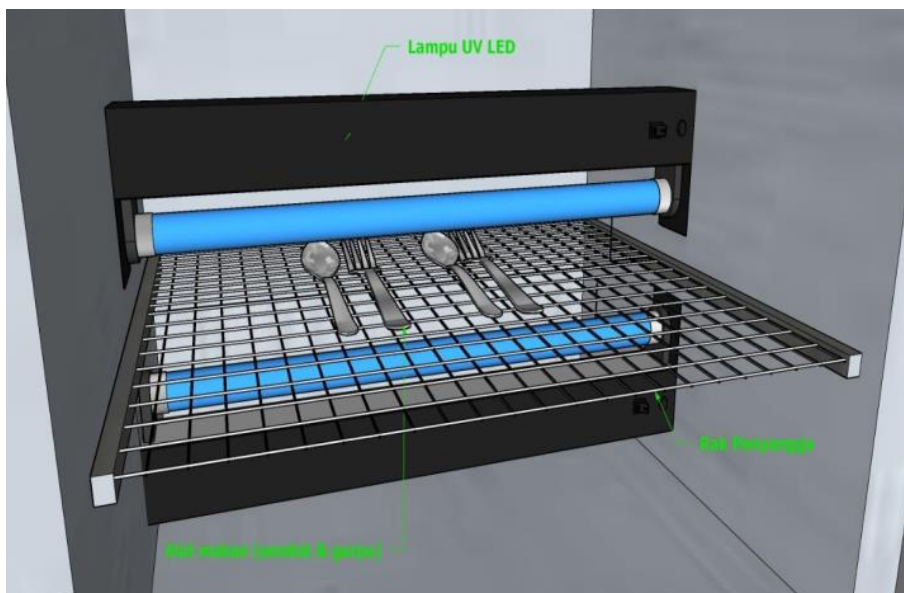
Prosedur kerja alat sterilisasi UV-LED yaitu: (1) Sambungkan alat sterilisasi ke stop kontak. Lampu biru akan menyala, menandakan bahwa alat telah terhubung dengan arus Listrik; (2) Susun alat makan pada rak di dalam alat sterilisasi. Pastikan alat makan dalam kondisi kering setelah proses pencucian; (3) Atur timer sesuai dengan durasi sterilisasi yang diinginkan dan putar tombol power untuk menghidupkan alat; (4) Sterilisasi akan dimulai secara otomatis, ditandai dengan lampu berwarna oranye yang menyala untuk menunjukkan proses sterilisasi sedang berlangsung; (5) Pastikan pintu lemari selalu tertutup rapat selama proses sterilisasi agar tidak terjadi kontaminasi; (6) Setelah timer selesai, alarm akan berbunyi sebagai tanda bahwa proses sterilisasi telah selesai. Putar kembali tombol power untuk mematikan alat; lampu akan mati secara otomatis; dan (7) Alat makan siap digunakan setelah sterilisasi selesai.



Gambar 1. Rancang bangun alat tampak depan alat sterilisasi UV-LED



Gambar 2. Rancang bangun alat tampak samping alat sterilisasi UV-LED



Gambar 3. Rancang bangun alat bagian dalam alat sterilisasi UV-LED

Pengambilan Sampel

Alat dan bahan pengambilan sampel yang digunakan yaitu: (1) Sampel alat makan; (2) Coolbox; (3) Tabung reaksi dan rak tabung; (4) Api Bunsen; (5) Sarung tangan; (6) Thermometer; (7) Lidi kapas; (8) Alkohol 70%; (9) Larutan PBS (Phosphate Buffer Saline Solution); (10) Es batu; (11) Kapas; dan (12) Label

Prosedur pengambilan sampel, yaitu: (1) Siapkan alat dan bahan yang diperlukan untuk pengambilan sampel; (2) Sterilkan meja kerja dan tangan yang telah memakai sarung tangan menggunakan kapas yang dibasahi alkohol 70%; (3) Setelah meja kerja dan tangan steril, nyalakan api Bunsen; (4) Siapkan lidi kapas steril, kemudian masukkan lidi kapas ke dalam larutan PBS dengan keadaan Bunsen menyala. Usap alat makan (sendok dan garpu) yang telah disiapkan dengan lidi kapas steril, pastikan mengusap seluruh permukaan yang bersentuhan dengan mulut. Setelah itu, masukkan lidi kapas ke dalam botol yang berisi PBS dan beri label sebagai control; (5) Ulangi langkah 4 untuk 5 sampai 6 sampel kontrol, lakukan sebanyak 6 pengulangan; (6) Pastikan alat makan dicuci dengan teknik pencucian yang benar. Peneliti harus mencuci tangan dengan bersih, gunakan sarung tangan sekali pakai, kemudian masukkan sendok dan garpu yang sudah disiapkan ke dalam alat sterilisasi. Atur waktu selama 10 menit; (7) Setelah timer berhenti, keluarkan alat makan yang telah disterilisasi. Pastikan tangan tetap steril, gunakan sarung tangan sekali pakai, kemudian siapkan lidi kapas. Masukkan lidi kapas ke dalam larutan PBS dengan keadaan Bunsen menyala. Usap alat makan yang telah disterilisasi dengan lidi kapas steril, pastikan mengusap seluruh permukaan yang bersentuhan dengan mulut, lalu masukkan ke dalam botol yang berisi PBS dan beri label sebagai sampel 10 menit; (8) Ulangi langkah 4 hingga 7 untuk 6 kali pengulangan. Lakukan prosedur yang sama untuk perlakuan dengan waktu paparan 15 menit dan 20 menit; dan (9) Setelah setiap selesai pengambilan sampel, pastikan tabung reaksi tertutup rapat. Simpan tabung pada rak tabung dan masukkan ke dalam coolbox yang berisi ice pack. Pastikan suhu dalam coolbox di bawah 4°C, diukur dengan termometer. Setelah itu, lanjutkan dengan pemeriksaan sampel ke laboratorium.

Pemeriksaan Angka Lempeng Total (ALT) pada Alat Makan

1. Siapkan alat dan bahan yang akan diuji.
2. Sterilkan meja kerja sebelum memulai proses.
3. Siapkan 5 tabung reaksi steril yang berisi PBS (Phosphate-Buffered Saline) dan simpan di rak tabung. Masing-masing tabung diberi label 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , dan kontrol.
4. Siapkan 5 cawan petri steril dan beri label 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , dan kontrol. Kemudian, lakukan pengenceran bertingkat.
5. Pipet 1 ml PBS dari tabung reaksi kontrol dan masukkan ke dalam cawan petri yang dilabeli sebagai kontrol.
6. Pipet 1 ml sampel dari tabung reaksi yang berisi sampel, masukkan ke dalam tabung reaksi yang dilabeli 10^{-1} . Homogenkan campuran tersebut, lalu ambil 1 ml dan masukkan ke dalam cawan petri yang sesuai, kemudian sisihkan.
7. Pipet 1 ml dari tabung reaksi 10^{-1} , masukkan ke dalam tabung reaksi yang dilabeli 10^{-2} . Homogenkan campuran tersebut, lalu ambil 1 ml dan masukkan ke dalam cawan petri yang sesuai, kemudian sisihkan.
8. Ulangi prosedur yang sama hingga mencapai tabung 10^{-4} .
9. Setelah pengenceran selesai, tuangkan Plate Count Agar (PCA) cair yang telah dipanaskan dalam water bath pada suhu +45°C ke dalam masing-masing cawan petri, secukupnya.
10. Goyangkan cawan petri perlahan hingga PCA dan sampel tercampur merata, kemudian biarkan hingga agar mengeras.
11. Setelah media dingin dan membeku, simpan cawan petri dalam posisi terbalik di atas kertas cokelat. Bungkus cawan petri dengan kertas cokelat, ikat menggunakan benang kasur, dan beri label.
12. Masukkan cawan petri ke dalam inkubator pada suhu 37°C selama 2 x 24 jam.
13. Setelah 2 x 24 jam, lakukan pembacaan hasil dengan menghitung jumlah koloni yang tumbuh pada cawan petri menggunakan alat colony counter.

Pengolahan dan Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil usap alat makan tanpa perlakuan dan dengan perlakuan penyinaran UV-LED akan dianalisis menggunakan *software* komputer sesuai langkah-langkah

pengolahan data: *editing*, *coding*, *entry*, dan *cleaning*. *Editing* melibatkan pengecekan dan perbaikan data total kuman pada alat makan. *Coding* mengubah data dari bentuk huruf menjadi angka untuk memudahkan analisis. *Entry* adalah proses memasukkan data ke dalam *software* seperti SPSS untuk dianalisis, sedangkan *cleaning* memastikan semua data telah benar dimasukkan dan sesuai dengan hasil pemeriksaan.

Untuk analisis data, digunakan analisis univariat untuk menggambarkan distribusi satu variabel, seperti frekuensi atau mean, dan analisis bivariat untuk menguji perbedaan antara beberapa kelompok variabel. Uji normalitas data dilakukan menggunakan Shapiro-Wilk, dan jika data berdistribusi normal (nilai signifikansi > 5%), akan dilakukan uji One-Way ANOVA untuk melihat perbedaan pengaruh waktu paparan UV-LED (10, 15, dan 20 menit) terhadap penurunan angka total kuman pada alat makan. Uji homogenitas menggunakan Levene's Test untuk memastikan data bersifat homogen. Hipotesis penelitian adalah, H_0 menyatakan tidak ada perbedaan yang signifikan dalam penurunan angka kuman berdasarkan variasi waktu paparan, sedangkan H_a menyatakan ada perbedaan yang signifikan. Jika nilai $p\text{-value} \leq 0,05$, H_a diterima, menunjukkan perbedaan signifikan. Sebaliknya, jika $p\text{-value} > 0,05$, H_0 diterima. Jika hasil ANOVA menunjukkan perbedaan yang signifikan, uji post hoc dilakukan untuk mengidentifikasi kelompok mana yang berbeda secara signifikan satu sama lain.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pelaksanaan penelitian mengenai variasi lama paparan UV-LED terhadap penurunan total kuman alat makan di pantry dilakukan pada tanggal 4 Juni 2024 di Laboratorium Kesehatan Daerah Dinas Kota Bandung. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas perlakuan UV-LED dalam mengurangi jumlah total kuman pada alat makan, khususnya sendok dan garpu. Data yang diperoleh mencakup jumlah total kuman pada alat makan sebelum perlakuan dan setelah perlakuan dengan variasi waktu kontak sinar UV-LED.

Pengujian Angka Total Kuman pada Alat Makan di Pantry PT. X

Percobaan penurunan jumlah angka total kuman pada alat makan di PT.X menggunakan UV-LED dengan variasi waktu kontak dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Angka Total Kuman pada Alat Makan di Pantry PT. X

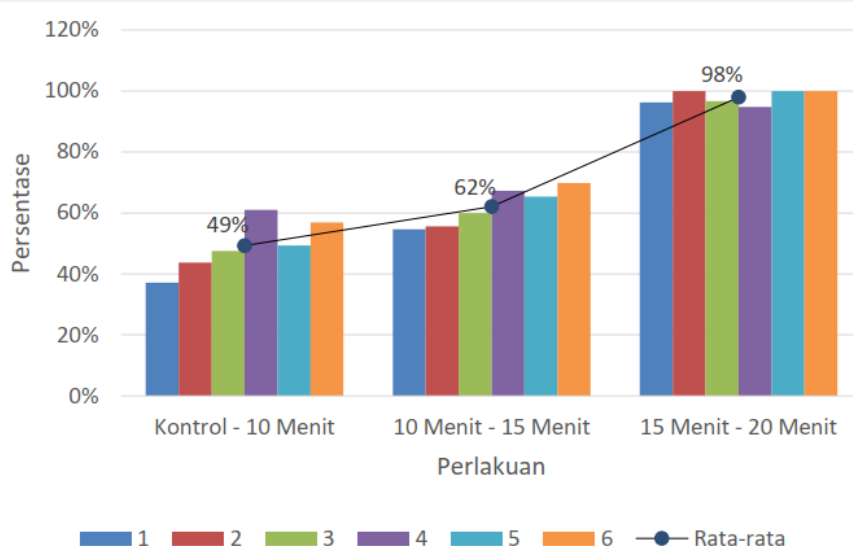
Pengulangan	Hasil Pemeriksaan Kontrol (Koloni/cm ²)	Hasil Akhir (Koloni/cm ²)		
		10'	15'	20'
1	186	117	53	2
2	160	90	40	0
3	143	75	30	1
4	149	58	19	1
5	154	78	27	0
6	133	53	16	0
Rata-rata	152,5	78,5	30,8	0,7
Maksimum	186	117	53	2
Minimum	133	53	16	0

Hasil pengujian angka total kuman pada alat makan di pantry PT.X tanpa perlakuan, yang dilakukan sebanyak 6 kali pengulangan, menunjukkan bahwa jumlah total kuman pada alat makan (sendok dan garpu) berkisar 152 koloni/cm². Setelah diterapkan perlakuan UV-LED dengan variasi waktu kontak, didapatkan hasil sebagai berikut yaitu pada lama paparan 10 menit, angka total kuman berkurang menjadi 78 koloni/cm²; pada lama paparan 15 menit, angka total kuman turun menjadi 30 koloni/cm²; dan pada lama paparan 20 menit, angka total kuman berkurang hingga mencapai 0 koloni/cm².

Tabel 2. Besar Persentase Selisih Angka Total Kuman pada Alat Makan di Pantry PT. X

Pengulangan	Penurunan (%)		
	10'	15'	20'
1	37	55	96
2	44	56	100
3	48	60	97
4	61	67	95
5	49	65	100
6	57	70	100
Rata-rata	49	62	98
Maksimum	37	55	95
Minimum	61	70	100

Hasil persentase selisih tertinggi angka total kuman pada alat makan di pantry PT.X setelah perlakuan UV-LED menunjukkan bahwa pada lama paparan 20 menit terdapat penurunan sebesar 98%. Ini diikuti oleh lama paparan 15 menit dengan persentase penurunan 62%, dan persentase penurunan terendah terjadi pada lama paparan 10 menit dengan penurunan sebesar 49%.

**Gambar 4.** Grafik persentase selisih angka total kuman pada alat makan di pantry PT. X

Gambar 4 merupakan grafik persentase selisih angka total kuman pada alat makan di pantry PT.X menunjukkan bahwa pada variasi lama paparan UV-LED, persentase selisih terendah sebesar 49% dicapai pada lama paparan 10 menit. Diikuti oleh lama paparan 15 menit dengan persentase selisih 62%. Persentase selisih tertinggi sebesar 98% tercatat pada lama paparan 20 menit, menunjukkan efektivitas paling besar dalam menurunkan angka total kuman pada alat makan.

Hasil Observasi Teknik Pencucian Alat Makan di Pantry PT. X

Hasil observasi terhadap teknik pencucian alat makan di pantry PT.X menunjukkan bahwa ada beberapa kekurangan yang signifikan. Dari segi sarana pencucian, terdapat dua indikator yang tidak memenuhi syarat: tidak adanya bak untuk bagian persiapan, pencucian, dan penirisan atau pengeringan, serta ketiadaan grease trap. Pada teknik pencucian, proses *flushing* juga tidak memenuhi syarat karena tidak ada proses perendaman alat makan dalam air panas sebelum pencucian. Proses *washing* tidak memenuhi syarat karena deterjen yang digunakan dalam pencucian dipakai berulang kali. Proses *sanitizing* menunjukkan tiga indikator tidak memenuhi syarat karena tidak dilakukan oleh petugas kebersihan di PT.X. Untuk proses *toweling*, satu indikator tidak memenuhi syarat karena penggunaan lap yang dipakai berulang kali. Secara keseluruhan, sarana dan teknik pencucian di pantry PT.X dinyatakan tidak memenuhi persyaratan.

Tabel 3. Pencucian Alat Makan di Pantry PT. X

No.	Indikator	MS	TMS	Keterangan
Observasi Sarana Tempat Pencucian Alat				
1.	Tersedia sarana pencucian	1	0	MS
2.	Tersedia bak pencucian dengan 3 bagian:	0	1	TMS
	- Bagian persiapan			
	- Pencucian			
	- Penirisan/pengeringan			
3.	Model bak pencucian dengan pola:	1	0	MS
	- Lurus			
	- Siku			
	- Berputar			
4.	Ukuran bak pencucian minimal 75 cm x 75 cm x 45 cm	1	0	MS
5.	Saluran pembuangan limbah dapur dilengkapi dengan penangkap limbah grease trap	0	1	TMS
6.	Bidang bak pencucian dibuat datar dengan kemiringan 10%	1	0	MS
Observasi Teknik Pencucian Alat Makan Pada Proses Scraping				
1.	Memisahkan kotoran dan sisa makanan	1	0	MS
2.	Kotoran dan sisa makanan dikumpulkan dan dibuang ke tempat sampah yang kedap air	1	0	MS
Observasi Teknik Pencucian Alat Makan Pada Proses Flushing				
1.	Mengguyur air ke dalam peralatan yang akan dicuci sehingga terendam ke seluruh permukaan alat makan	1	0	MS
2.	Merendam alat makan sebelum dilakukan pencucian	0	1	TMS
3.	Peralatan makan direndam menggunakan air panas 60°C	0	1	TMS
Observasi Teknik Pencucian Alat Makan Pada Proses Washing				
1.	Mencuci alat makan dengan menggunakan detergent/sabun	1	0	MS
2.	Menggunakan spons	1	0	MS
3.	Spons selalu dicuci dengan air bersih setelah digunakan dan detergent yang dilarutkan tidak dipakai berulang kali	0	1	TMS
Observasi Teknik Pencucian Alat Makan Pada Proses Rinsing				
1.	Air yang digunakan untuk membilas menggunakan air mengalir	1	0	MS
2.	Alat makan dibilas sampai kesat dan tidak tersisa detergent/sabun	1	0	MS
Observasi Teknik Pencucian Alat Makan Pada Proses Sanitizing				
1.	Dilakukan perendaman dalam air panas dengan suhu 100°C selama 2 menit	0	1	TMS
2.	Menggunakan udara panas (oven) atau menggunakan uap panas (steam)	0	1	TMS
3.	Memakai sinar UV (dijemur dengan sinar matahari pagi pukul 09.00-11.00)	0	1	TMS
Observasi Teknik Pencucian Alat Makan Pada Proses Toweling				
1.	Menggunakan lap atau kain sekali pakai	0	1	TMS
2.	Ditiriskan sampai kering sendirinya	1	0	MS

Pembahasan

Angka Total Kuman pada Alat Makan Tanpa Penyinaran UV-LED

Pemeriksaan angka total kuman terhadap alat makan dilakukan di Laboratorium Kesehatan Provinsi Jawa Barat pada tanggal 4 Juni 2024, dengan pengulangan dilakukan pada hari yang sama. Pemeriksaan ini menggunakan Angka Lempeng Total (ALT) yang mencakup 3 variasi dan 6 pengulangan, sehingga total sampel yang diperiksa sebanyak 24 sampel, menggunakan desain penelitian true experiment atau *post-test with control*. Hasil pengujian angka total kuman pada alat makan di pantry PT.X tanpa perlakuan, yang dilakukan sebanyak 6 kali pengulangan, menunjukkan nilai angka total kuman pada paket alat makan (sendok dan garpu) sebesar 152 koloni/cm². Hasil ini melebihi ambang batas yang telah ditentukan dalam Peraturan Menteri Kesehatan No 1096 Tahun 2011 tentang Higiene Sanitasi Jasa Boga, yang menetapkan bahwa

persyaratan angka total kuman pada alat makan harus mencapai 0 koloni/cm². Menurut Peraturan Menteri Kesehatan No 1096 Tahun 2011, peralatan makan yang digunakan untuk menyajikan makanan tidak boleh mengandung bakteri koloni dan harus bebas dari cemaran mikroorganisme atau bakteri lainnya. Kontaminasi bakteri pada makanan dapat menyebabkan keracunan, diare, hepatitis, kolera, dan *foodborne disease* lainnya yang berpotensi mengancam kesehatan bahkan nyawa. Tingginya angka total kuman pada alat makan di pantry PT.X dapat disebabkan oleh teknik pencucian dan sarana penyimpanan alat makan yang tidak memenuhi syarat. Teknik pencucian yang baik penting untuk menghasilkan alat makan yang bersih dan sehat. Namun, fasilitas pencucian yang tidak memadai dan kesalahan dalam penanganan dapat menyebabkan kuman dan bakteri berkembangbiak pada permukaan alat makan (Amaliyah, 2017).

Penyimpanan alat makan yang benar juga merupakan faktor penting untuk mencegah kontaminasi setelah pencucian. Alat makan harus disimpan di tempat yang tertutup untuk melindungi dari binatang pembawa penyakit seperti tikus dan kecoa (Rizqi et al., 2016). Pemeriksaan air bersih dilakukan untuk mendeteksi kontaminasi bakteri *Escherichia coli* dan bakteri Coliform. Hasil menunjukkan bahwa bakteri *Escherichia coli* sebesar 0 CFU/100 ml, yang memenuhi standar baku mutu air bersih. Namun, total Coliform sebesar 24 CFU/100 ml tidak memenuhi standar baku karena Peraturan Menteri Kesehatan No 2 Tahun 2023 menyebutkan persyaratan air bersih untuk keperluan Higiene Sanitasi adalah 0 CFU/100 ml. Hal ini turut berkontribusi pada tingginya angka total kuman pada alat makan di PT.X. Faktor risiko lainnya adalah kontaminasi udara di sekitar yang dapat menyebabkan debu menempel pada alat makan selama proses pengeringan. Alat makan yang tidak disimpan di wadah yang tertutup dan dekat dengan sumber kontaminasi, seperti tong sampah, dapat menyebabkan kontaminasi mikrobiologi. Di pantry PT.X, alat makan disimpan di wadah yang terbuka dan dekat dengan sumber kontaminasi, yang menyebabkan kontaminasi mikrobiologi pada alat makan.

Sarana Tempat Pencucian di Pantry PT. X

Hasil observasi sarana pencucian alat makan di pantry PT. X tidak memenuhi syarat karena pada saat observasi pada sarana pencucian tidak terdapat bak bagian persiapan, pencucian, dan penirisan atau pengeringan, dan tidak terdapat grease trap. Teknik pencucian tidak memenuhi syarat; pada proses *flushing* petugas kebersihan di PT. X tidak melakukan proses merendam alat makan sebelum pencucian dan tidak melakukan perendaman menggunakan air panas. Proses *washing* juga tidak memenuhi syarat karena petugas kebersihan PT.X memakai deterjen yang dilarutkan dipakai berulang kali. Proses *sanitizing* 3 indikator tidak memenuhi syarat karena tidak dilakukan oleh petugas kebersihan di PT.X. Proses *toweling* tidak memenuhi syarat, karena memakai lap yang dipakai berulang kali. Pantry PT.X hanya memiliki satu buah sarana pencucian alat makan. Sarana pencucian terdiri dari bahan yang kuat dan kokoh, perlengkapan pendukungnya itu untuk pencucian alat makan menggunakan air mengalir dan menggunakan sabun cuci piring dan spons.

Teknik Pencucian Alat Makan di Pantry PT. X

Hasil observasi teknik pencucian alat makan di pantry PT.X yang memenuhi syarat adalah proses scraping (pembuangan sisa makanan) dan rinsing (membilas dengan air mengalir). Teknik pencucian yang tidak memenuhi syarat pada proses *flushing* (merendam dalam air), *washing* (mencuci dengan deterjen), *sanitizing* (membebaskan kuman), dan *toweling* (pengeringan). Dapat disimpulkan bahwa teknik pencucian alat makan tidak memenuhi syarat karena terdapat beberapa teknik yang belum dilakukan. Teknik pencucian yang dilakukan oleh petugas kebersihan di pantry PT.X yang terdiri dari 2 orang, di mana alat makan yang sudah selesai digunakan oleh pekerja disimpan langsung ke dalam tempat cuci piring. Teknik pencucian di pantry PT.X yang tidak memenuhi syarat adalah pada proses *flushing*, *washing*, *sanitizing*, dan *toweling*. Teknik pencucian pada proses *flushing* di pantry PT.X hanya mengguyur air mengalir ke peralatan alat makan, sehingga tidak ada proses perendaman peralatan sebelum dilakukan pencucian. Perendaman ini bertujuan untuk mengangkat sisa kotoran yang menempel di permukaan alat makan.

Permasalahan ini sesuai dengan penelitian Nadya (2023) yang menunjukkan bahwa tidak adanya proses *flushing* atau perendaman pada alat makan dapat menyebabkan tingginya angka total kuman pada alat makan.

Teknik pencucian pada proses *washing* di pantry PT.X dilakukan dengan menggosok peralatan menggunakan spons dan melarutkan sisa makanan dengan deterjen. Spons yang digunakan disimpan dalam larutan deterjen cuci piring dan dipakai secara berulang kali, sehingga spons yang dipakai tidak dicuci dan dibersihkan setelah pencucian. Permasalahan ini sesuai dengan penelitian Arimbi (2022), yang menunjukkan bahwa penggunaan spons secara berulang dan tidak menggunakan zat pembuang bau dapat meningkatkan angka total kuman pada alat makan. Teknik pencucian pada *sanitizing* di pantry PT.X tidak dilakukan. Proses *sanitizing* tidak melibatkan perendaman dalam air panas dengan suhu 100°C selama 2 menit, tidak menggunakan udara panas (oven), tidak memakai sinar UV (dijemur dengan sinar matahari pagi (09.00-11.00)), dan tidak menggunakan uap panas. Proses *sanitizing* bertujuan untuk memastikan peralatan aman dari mikroba setelah proses pencucian. Permasalahan ini sesuai dengan penelitian Afifah (2017) yang menunjukkan bahwa tidak melakukan proses *sanitizing* dapat menyebabkan tingginya angka kuman pada alat makan. Teknik pencucian pada *towelling* di pantry PT.X dilakukan dengan menggunakan lap yang dipakai secara berulang. Pengeringan alat makan tidak dilakukan dengan baik dan benar karena alat makan tidak dikeringkan dengan sempurna. *Towelling* bertujuan untuk menghilangkan sisa kotoran seperti noda deterjen, dan lap yang digunakan harus steril dan sekali pakai. Permasalahan ini sesuai dengan penelitian Irmawartini et al. (2024) yang menunjukkan bahwa penggunaan lap yang dipakai berulang kali dapat menyebabkan tingginya koloni kuman pada alat makan. Penelitian Khalid (2022) menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara bahan peralatan makan dengan jumlah angka kuman yang tinggi karena penggunaan air yang tidak memenuhi syarat, serta teknik pencucian yang menggunakan spons berulang kali. Penelitian ini juga menunjukkan hubungan antara proses pengeringan dengan alat makan karena penggunaan lap yang dipakai berulang kali, serta tidak adanya saluran pembuangan limbah dapur seperti grease trap.

Angka Total Kuman pada Alat Makan Setelah Penyinaran UV-LED

Pengambilan sampel dalam penelitian ini dilakukan 6 kali pengulangan dengan 6 sampel tanpa perlakuan (kontrol), dan 18 sampel untuk perlakuan dengan UV-LED. Jumlah sampel secara keseluruhan yaitu 24 sampel (sendok dan garpu). Pengambilan sampel dan pengujian alat sterilisasi UV-LED menggunakan desain penelitian *post-test with control* dengan variasi waktu 10 menit, 15 menit, dan 20 menit. Rata-rata penurunan jumlah kuman dengan UV-LED menunjukkan bahwa pada variasi 10 menit dengan 6 kali pengulangan, penurunan jumlah angka kuman pada alat makan mencapai 78 koloni/cm². Hal ini disebabkan waktu perlakuan 10 menit yang relatif singkat, sehingga UV-LED tidak cukup optimal dalam menurunkan angka total kuman pada alat makan. Pada variasi 15 menit, penurunan jumlah angka kuman mencapai 30 koloni/cm² karena waktu perlakuan yang lebih lama dibandingkan dengan perlakuan sebelumnya, sehingga UV-LED lebih efektif dalam menurunkan angka total kuman, namun masih belum memenuhi syarat. Pada variasi 20 menit, penurunan jumlah angka kuman mencapai 0 koloni/cm². Dengan waktu perlakuan yang lebih lama, UV-LED cukup efektif menurunkan angka total kuman pada alat makan hingga memenuhi syarat, meskipun persentasenya tidak mencapai 100%. Hal ini disebabkan oleh waktu yang dibutuhkan UV-LED, yang harus lebih lama dibandingkan dengan UV pada umumnya, karena mekanisme kerja UV-LED yang memerlukan waktu lebih lama.

Terdapat penurunan angka total kuman dari variasi 10 menit ke variasi 15 menit dan ke variasi 20 menit setelah perlakuan paparan UV-LED. Variasi yang cukup efektif adalah pada variasi 20 menit dengan persentase penurunan sebesar 98%. Keefektifan sinar UV-LED bergantung pada dosis sinar yang diterima selama paparan; semakin lama alat makan dipaparkan dengan UV-LED, semakin tinggi penurunan angka kuman. Mekanisme UV-LED berbeda dengan sinar UV-C. Sinar UV-C menembus dan merusak DNA sel, sehingga sel tidak dapat menjalankan

fungsi vitalnya dan akhirnya mati. Sebaliknya, mekanisme UV-LED bekerja pada dinding sel bakteri dengan merangsang senyawa peka cahaya, seperti porfirin. Senyawa yang teroksidasi ini bertabrakan dan mentransfer energi ke molekul oksigen, menghasilkan Reactive Oxygen Species (ROS) yang berlebihan. ROS yang berlebihan akan menumpuk dalam sel, menjadi racun, dan menyebabkan kerusakan struktural pada sel serta kerusakan oksidatif pada DNA, protein, dan membran sel, yang dapat menyebabkan keterlambatan pertumbuhan. Mekanisme inaktivasi didasarkan pada penyerapan foton oleh materi genetik, pembentukan dimer pirimidin yang menghambat transkripsi sel. Penggunaan UV-LED membutuhkan waktu lebih lama untuk membunuh bakteri dibandingkan dengan UV-C konvensional (Salazar et al., 2022).

Alat rekayasa yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat desain sederhana dengan 1 rak dan 1 laci sebagai kontrol. Laci digunakan untuk menyimpan alat makan (sendok dan garpu) serta melindungi alat makan dari kontaminasi. Alat sterilisasi ini dilengkapi dengan 2 lampu UV-LED (atas dan bawah) masing-masing dengan daya 15 watt dan panjang gelombang 254 nm, ditempatkan di atas dan bawah rak alat makan dengan jarak penyinaran 3 cm. Alat ini juga dilengkapi dengan 3 lampu (biru, oranye, dan hijau), 1 power, dan 1 timer. Lampu biru menandakan bahwa alat telah terhubung dengan arus listrik. Saklar digunakan untuk mengatur timer; lampu oranye menyala saat proses sterilisasi berlangsung, dan alarm berbunyi saat proses sterilisasi selesai. Lampu hijau menyala menandakan bahwa sterilisasi selesai dan lampu UV-LED mati secara otomatis.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penurunan angka total kuman pada paket alat makan (sendok dan garpu) di pantry PT.X paling tinggi terjadi pada lama paparan UV-LED selama 20 menit dengan penurunan hingga 0 koloni/cm². Paparan selama 15 menit menghasilkan penurunan 30 koloni/cm², dan paparan selama 10 menit menghasilkan penurunan 78 koloni/cm². Persentase penurunan tertinggi juga tercapai pada paparan 20 menit (98%), diikuti oleh paparan 15 menit (62%), dan yang terendah pada paparan 10 menit (49%). Penurunan angka total kuman setelah perlakuan UV-LED menunjukkan peningkatan persentase yang signifikan, yang sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan No. 1096 Tahun 2011 tentang Higiene Sanitasi Jasa Boga. Selain itu, teknik pencucian alat makan di pantry PT.X saat ini hanya mencakup tahap pembuangan sisa makanan (*scraping*) dan pembilasan dengan air (*rinsing*), tetapi tidak mencakup tahap perendaman (*flushing*), pengeringan dengan lap sekali pakai (*toweling*), desinfeksi sanitasi (*sanitizing/disinfectant*), dan penyimpanan di tempat tertutup, yang berisiko menyebabkan kontaminasi. Hasil uji statistik *One Way Anova* menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan dari variasi lama paparan UV-LED terhadap angka total kuman, dengan nilai $P\text{-value } (0,0001) < \alpha (0,05)$, yang berarti H_0 ditolak.

Dari hasil penelitian ini, disarankan kepada PT.X untuk membuat bak pencucian alat makan dengan tiga bagian: persiapan, pencucian, dan penirisan atau pengeringan. Selain itu, teknik pencucian dan penyimpanan yang tepat perlu diterapkan, termasuk tahapan *scraping* (membuang sisa makanan), *soaking* (merendam alat makan), *washing* (mencuci dengan deterjen), *rinsing* (membilas dengan air bersih), *sanitizing/disinfection* (menggunakan sinar UV atau metode lainnya), *toweling* (mengeringkan dengan lap bersih atau sekali pakai), dan penyimpanan di tempat tertutup untuk mencegah kontaminasi. Penelitian lebih lanjut disarankan untuk mengeksplorasi efektivitas UV-LED terhadap penurunan angka kuman pada alat makan lain seperti mangkuk dan piring, serta mempertimbangkan desain alat sterilisasi dengan beberapa rak agar dapat menampung lebih banyak alat makan dalam satu kali proses.

DAFTAR PUSTAKA

- Amaliyah, N. (2017). *Penyehatan makanan dan minuman*. Deepublish.
- Irmawartini, I., Kusmawati, E. D., & Djuhriah, N. (2024). Pengaruh variasi daya dan lama waktu kontak lampu ultraviolet tipe C pada lemari sterilisasi terhadap penurunan jumlah

- kuman pada alat makan di kantin office PT. X. *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung*, 16(1), 326–335. <https://doi.org/10.34011/juriskesbdg.v16i1.2144>
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2011). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1096/MENKES/PER/VI/2011 tentang Higiene Sanitasi Jasa Boga*. <https://regulasi.bkpk.kemkes.go.id/detail/78d776f0-43aa-452a-9ad0-a7c480200a64>
- Kuspradanarto, R. B. (2021, Juni 22). *Foodborne disease: Penyakit bawaan pangan dan pencegahannya*. *Tribun Jateng*. <https://jateng.tribunnews.com/2021/06/22/foodborne-disease-penyakit-bawaan-pangan>
- Marisdayana, R., Harahap, P. S., & Yosefin, H. (2017). Teknik pencucian alat makan dan personal hygiene terhadap kontaminasi bakteri pada alat makan. *Jurnal Endurance*, 2(3), 376. <https://doi.org/10.22216/jen.v2i3.2052>
- Nadya. (2023). *Perbedaan variasi waktu kontak sinar UV-C terhadap penurunan jumlah angka total kuman pada alat makan di PT. X* [Skripsi, Poltekkes Kemenkes Bandung].
- Pemerintah Republik Indonesia. (2021). *Peraturan Pemerintah Nomor 35 Tahun 2021 tentang Perjanjian Kerja Waktu Tertentu, Alih Daya, Waktu Kerja, dan Waktu Istirahat, dan Pemutusan Hubungan Kerja*. <https://peraturan.bpk.go.id/Details/161904/pp-no-35-tahun-2021>
- Rizqi, S. N., Hestningsih, R., & Saraswati, L. D. (2016). Faktor-faktor yang berhubungan dengan total angka bakteri dan keberadaan bakteri *Escherichia coli* pada alat makan (studi pada Lapas Klas I Kedungpane Kota Semarang). *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4(4), 470–477.
- Suchi. (2020). *Variasi jarak penyinaran lampu UV-C pada alat makan di pantry PT. Beton Elemenindo Perkasa tahun 2022* [Skripsi, Poltekkes Kemenkes Bandung].
- Sugiyono. (2009). *Metode penelitian kuantitatif kualitatif dan R&D*. https://www.academia.edu/44502098/Prof_dr_sugiyono_metode_penelitian_kuantitatif_kualitatif_dan_r_and_d_intro_PDFDrive_1_
- Susilawati, S., Ilham, L., & G. (2016). Pengaruh kualitas lingkungan fisik udara terhadap angka kuman di rumah sakit. *Jurnal Kesehatan dan Kedokteran*. <https://doi.org/10.22437/jmj.v9i3.13349>
- Ulfa, M., Azizi, M. R., Jamal, A., & Dewi, A. (2021). UV radiation for air disinfection. In *Proceedings of the International Conference on Healthcare Facilities* (pp. 63–74). <http://thejournalish.com/ojs/index.php/ichf/index>
- Ulfa, M., Azuma, M., Sato, M., Shimohata, T., Fukushima, S., Kido, J., Nakamoto, M., Uebanso, T., Mawatari, K., Emoto, T., Akutagawa, M., Kinouchi, Y., & Takahashi, A. (2020). Inactivation of extended-spectrum β -lactamase (ESBL)-producing *Escherichia coli* by UVA-LED irradiation system. *The Journal of Medical Investigation*, 67(1–2), 163–169. <https://doi.org/10.2152/jmi.67.163>