

Rancang Bangun *Sterilizer* Portabel Menggunakan UVC untuk Sterilisasi Produk Pangan

*Mohamad Syafaat¹, Wulan Fitriani Safari², dan Trianto Haryo Nugroho³

Fakultas Ilmu Kesehatan dan Teknologi Universitas Binawan¹

Fakultas Ilmu Kesehatan dan Teknologi Universitas Binawan²

Fakultas Ilmu Kesehatan dan Teknologi Universitas Binawan³

*syafaat@binawan.ac.id¹, wulan.fitriani@binawan.ac.id²

ABSTRACT

Microbial contamination such as bacteria, viruses, fungi, and parasites is a serious food safety problem, it cause various foodborne diseases. Contamination of food products is difficult to control because there are several potential contaminants sources during production, processing, storage, distribution and consumption of food product. One of the effective sterilization methods to reduce or kill unwanted microbes is UVC irradiation. The application of UVC for sterilization has several advantages over other sterilization methods. In this study, a portable sterilizer was designed using UVC. This research was conducted in several step, system design, instrument making, subsystem testing and whole systems testing. The Portable sterilizer is equipped with light intensity settings, exposure time, ultrasonic sensor and mass sensor that are displayed on the Touchscreen LCD. Light intensity and exposure time setting is needed to determine the optimal sterilization process. The measurement results shows good accuracy.

Keywords : Food Products, Microbial Contamination, Portable Sterilizer, UVC

INTISARI

Kontaminasi mikroba seperti bakteri, virus, jamur, dan parasit menjadi masalah keamanan pangan yang serius karena dapat menyebabkan berbagai penyakit bawaan makanan. Kontaminasi produk pangan sulit dikendalikan karena terdapat beberapa sumber potensial selama produksi, pemrosesan, penyimpanan, distribusi, dan konsumsi. Salah satu metode sterilisasi yang efektif untuk mengurangi jumlah atau mematikan mikroba yang tidak diinginkan adalah penyinaran UVC. Penerapan UVC untuk sterilisasi memiliki beberapa kelebihan dibandingkan metode sterilisasi yang lain. Pada penelitian ini dibuat rancang bangun *sterilizer* portabel menggunakan UVC. Penelitian dilakukan dengan tahapan yaitu perancangan sistem, pembuatan alat, pengujian subsistem dan pengujian sistem secara keseluruhan. *Sterilizer* portabel yang dibuat dilengkapi dengan pengaturan intensitas cahaya, waktu penyinaran, sensor ultrasonik dan sensor massa yang ditampilkann pada LCD *touchscreen*. Pengaturan intensitas cahaya dan waktu penyinaran sangat diperlukan untuk menentukan proses sterilisasi yang optimal. Pengujian alat menunjukkan hasil pengukuran dengan akurasi yang baik.

Kata kunci: Kontaminasi Mikroba, Produk Pangan, *Sterilizer* Portabel, UVC

I. PENDAHULUAN

Kontaminasi mikroba menjadi masalah keamanan pangan yang serius karena dapat menyebabkan berbagai penyakit bawaan makanan [1]. Bakteri, virus, jamur, dan parasit merupakan agen kontaminan yang mencemari makanan [2]. Rute utama kontaminasi mikroba pada makanan yaitu melalui kontak permukaan, melalui personel atau melalui udara [3]. Kontaminasi produk pangan sulit dikendalikan karena terdapat beberapa sumber potensial selama produksi,

pemrosesan, penyimpanan, distribusi, dan konsumsi yang memungkinkan mikroorganisme bersentuhan dengan produk [4]. Oleh karena itu dibutuhkan proses sterilisasi produk makanan untuk menghilangkan kontaminasi tersebut sehingga aman untuk dikonsumsi.

Salah satu metode sterilisasi yang efektif untuk mengurangi jumlah mikroba yang tidak diinginkan adalah penyinaran UVC. Radiasi UVC yang memiliki panjang gelombang 250-280 nm, dapat mematikan karena kemampuannya untuk menonaktifkan

mikroorganisme seperti virus, bakteri, fungi dan protozoa [5]. Efek germisidal dari iradiasi UVC yaitu fotohidradiasi, photosplitting, fotodimerisasi, dan fotocrosslinking yang dapat menghambat replikasi seluler dan menyebabkan kerusakan sel [6]. Penerapan UVC untuk sterilisasi memiliki beberapa kelebihan yaitu penerapan metode ini sederhana, tidak bergantung dengan pH dan suhu serta kurangnya efek samping yang dihasilkan [7].

Perancangan alat sterilisasi dengan menggunakan UVC di Indonesia dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan seperti alat *germicidal* udara, *air sterilizer* tempat pengiriman ASI, disinfeksi alat pelindung diri, disinfeksi peralatan makan dan sistem sterilisasi paket [8], [9], [10], [11], [12]. Disinfeksi produk makanan dan minuman menggunakan radiasi UVC masih harus terus dipelajari dengan memperhatikan berbagai variabel seperti waktu penyinaran, intensitas cahaya dan jenis produk agar proses disinfeksi menjadi efektif dan efisien oleh karena itu pada penelitian ini akan dibuat suatu rancang bangun *sterilizer* portabel dengan menggunakan UVC yang dilengkapi dengan timbangan, sensor jarak, sensor intensitas cahaya, dan *timer* serta dilengkapi *Liquid Crystal Diode (LCD) touchscreen*. Rancang bangun ini diharapkan dapat digunakan untuk melihat efektivitas UVC dalam sterilisasi produk pangan.

II. LANDASAN TEORI

A. Ultraviolet

Sinar ultraviolet (UV) adalah cahaya dengan panjang gelombang radiasi non-pengion dengan spektrum 100–380 nm [13]. UV dikategorikan menjadi UV-A, UV-B, UV-C dan UV-Vacuum dengan karakteristik seperti pada Tabel 1 [14].

Tabel 1. Jenis-Jenis UV dan Karakteristiknya

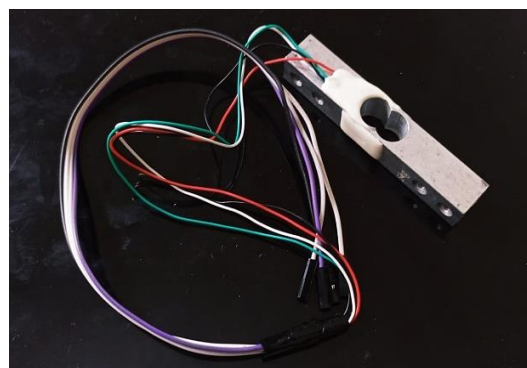
Jenis UV	Panjang Gelombang
UV-A	315-400 nm
UV-B	280-315 nm
UV-C	200-280 nm
UV-Vacuum	100-200 nm

Iradiasi dengan sinar UVC merupakan salah satu teknik sterilisasi umum dan memiliki efek germisidal yang paling kuat dan banyak digunakan dalam bentuk

lampu merkuri untuk menonaktifkan mikroorganisme. Penyerapan UV oleh asam nukleat mikroba akan mengakibatkan rusaknya asam nukleat tersebut [13], [15]. Efek germisidal terjadi melalui pembentukan dimer pirimidin, fotoproduk bahan genetik. Dimerisasi pirimidin mengganggu replikasi dan transkripsi DNA, yang menyebabkan kematian sel [16].

B. Sensor Load Cell

Load cell merupakan sensor beban yang paling umum digunakan yang bekerja dengan mengubah suatu gaya menjadi sinyal listrik [17]. *Load cell* yang dipakai pada alat ini seperti Gambar 1 berikut.

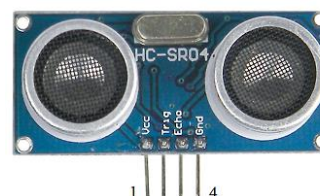


Gambar 1. Sensor Load cell

Alat *portable sterilizer* yang telah dibuat menggunakan *load cell* tipe *straight bar* dengan maksimum beban 5 kg. *Load cell* ini memiliki empat *strain gauge* yang terhubung dengan metode jembatan *wheatstone*.

C. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik merupakan sensor yang digunakan untuk mengetahui jarak antara sensor dengan suatu objek [18]. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip perambatan suara dan pantulan oleh material dalam rentang frekuensi ultrasonik [19]. Pada alat *sterilizer* portabel ini digunakan sensor ultrasonik adalah tipe HC-SR04 (Gambar 2).



Gambar 2. Sensor Ultrasonik HC-SR04

D. Sensor Intensitas Cahaya BH1750

Alat sterilizer portabel yang dibuat menggunakan sensor intensitas cahaya IC BH1750 (Gambar 3). Sensor Intensitas Cahaya BH1750 ini adalah papan breakout sensor intensitas cahaya BH1750 dengan konverter AD 16 bit built-in yang dapat langsung mengeluarkan sinyal digital dapat langsung diukur dengan luxmeter, tanpa perlu melakukan perhitungan [20].

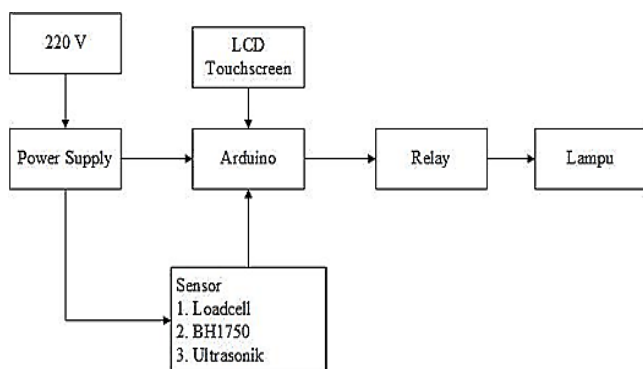


Gambar 3. Sensor Intensitas Cahaya BH1750

III. METODE PENELITIAN

A. Perancangan Sistem

Secara garis besar sistem sterilizer portabel dapat dilihat pada gambar 4. Alat yang dirancang dilengkapi beberapa sensor yaitu sensor massa, sensor intensitas cahaya, dan sensor ultrasonik.



Gambar 4. Blok Diagram Sistem Sterilizer Portabel

Sumber tegangan peralatan ini menggunakan tegangan 220 Volt yang didapat dari sumber listrik PLN. Tegangan diturunkan menjadi 5V menggunakan power supply sebagai input tegangan ke Arduino, sensor, LCD touchscreen dan relay. Sensor load cell digunakan untuk mendeteksi massa benda yang akan disterilisasi, sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi jarak dari lampu ke makanan yang akan disterilisasi dan sensor BH1750 digunakan untuk

mendeteksi intensitas cahaya lampu. Relay berfungsi sebagai saklar elektronik dan lampu UVC berfungsi sebagai komponen utama sterilizer. Pembacaan dari sensor diolah oleh Arduino dan ditampilkan hasilnya pada LCD touchscreen. Selain menampilkan hasil pembacaan dari sensor, LCD touchscreen juga berfungsi sebagai input pengaturan waktu sterilisasi. Setelah waktu yang diinginkan diinput, relay berada pada kondisi on maka lampu menyala. Setelah waktu selesai menghitung mundur, relay kembali pada kondisi off maka lampu mati.

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Sensor Load Cell

Sensor load cell yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor load cell 5 Kg. Sensor load cell diuji dengan membandingkan hasilnya dengan timbangan konvensional. Hal ini dilakukan untuk mengkalibrasi sensor load cell agar pembacaan yang didapat sesuai dengan alat ukur pembandingnya. Hasil pengujian tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor Load Cell

No	Sensor (gr)	Timbangan (gr)
1	8	8,5
2	19,7	20
3	29,4	30
4	99,1	100
5	118,6	120
6	249,2	250
7	299,5	300
8	498,1	500
9	748,7	750
10	998,7	1000

Terdapat sedikit perbedaan pembacaan hasil antara sensor dan alat pembanding. Hal ini dikarenakan pemasangan sensor pada material kurang presisi. Namun demikian, perbedaan pembacaan hasil masih dapat ditoleransi.

B. Pengujian Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik digunakan untuk mengetahui jarak dari objek yang akan disterilisasi dengan sumber cahaya UVC. Jarak antara objek dengan sumber cahaya UVC berpengaruh terhadap hasil sterilisasi, di mana semakin pendek jaraknya maka efek sterilisasi akan

semakin baik [21]. Pengujian sensor ultrasonik tersaji pada Tabel 3. Hasil ini didapat dengan membandingkan penggaris dengan pembacaan sensor. Hal tersebut dilakukan untuk mengkalibrasi sensor ultrasonik agar pembacaan sensor sesuai dengan alat ukur pembandingnya.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

No	Sensor Ultrasonik (Cm)	Penggaris (Cm)
1	5	5
2	9	10
3	15	15
4	19	20
5	26	25
6	30	30
7	35	35
8	41	40
9	46	45
10	50	50

C. Pengujian Sensor Intensitas Cahaya BH1750

Pengujian dilakukan untuk mengetahui intensitas cahaya dari lampu yang digunakan. Hasil pengujian terhadap besarnya daya lampu yang berbeda ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Daya Lampu

No	Daya Lampu (Watt)	Pembacaan Sensor
1	3 Watt	20,9 lux
2	5 Watt	33,4 lux
3	7 Watt	44, 1 lux
4	9 Watt	56,7 lux
5	15 Watt	92,7 lux

Berdasarkan Tabel 4 di atas terlihat bahwa semakin besar daya lampu maka semakin besar intensitas cahayanya. Intensitas cahaya UVC merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi sterilisasi, dimana semakin besar intensitas cahaya UVC yang digunakan maka semakin besar kemampuan penghambatan pertumbuhan mikroba[22].

D. Pengujian Timer

Alat sterilizer portabel ini dilengkapi dengan timer untuk memudahkan pengaturan waktu sterilisasi. Waktu paparan cahaya UVC berpengaruh terhadap efektivitas sterilisasi. Hasil penelitian menunjukkan semakin berkurangnya jumlah bakteri dengan semakin lama waktu penyinaran UVC [23]. Pengujian timer

dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran timer sistem dengan timer Handphone (HP). Hal ini dilakukan untuk mengkalibrasi rangkaian timer sistem agar timer pada sistem sama dengan timer pembandingnya. Hasil pengujian timer dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Timer

No	Timer Sistem	Timer HP
1	00.01.00	00.01.00
2	00.02.00	00.02.03
3	00.03.00	00.03.05
4	00.04.00	00.04.02
5	00.05.00	00.05.00
6	00.06.00	00.06.00
7	00.07.00	00.07.07
8	00.08.00	00.08.05
9	00.09.00	00.09.01
10	00.10.00	00.10.06

E. Pengujian Keseluruhan Sistem

Hasil pengujian keseluruhan sistem tersaji pada Tabel 6. Pada tabel ini terlihat hasil pengujian dari masing-masing sub sistem.

Tabel 6. Hasil Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

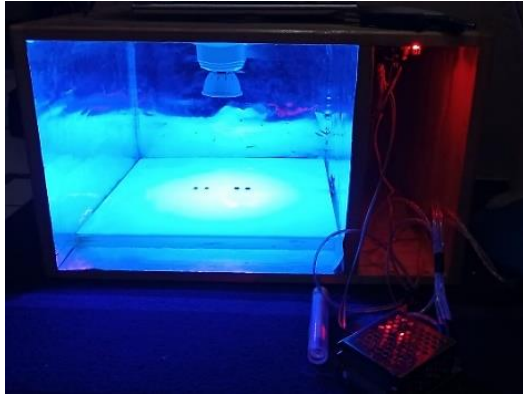
No	Daya Lampu (Watt)	BH1750 (lux)	Ultra sonik (cm)	Load cell	Timer
1	3	20,9	25	8	00.01.00
2	5	33,4	23	19,7	00.01.00
3	7	44, 1	22	29,4	00.01.00
4	9	56,7	20	99,1	00.01.00
5	15	92,7	19	118,6	00.01.00

Hasil pembacaan sensor load cell, sensor intensitas cahaya BH1750, sensor ultrasonik ditampilkan pada LCD touchscreen seperti yang terlihat pada Gambar 5. Selain itu, LCD touchscreen juga berfungsi sebagai tombol untuk pengaturan waktu sterilisasi.



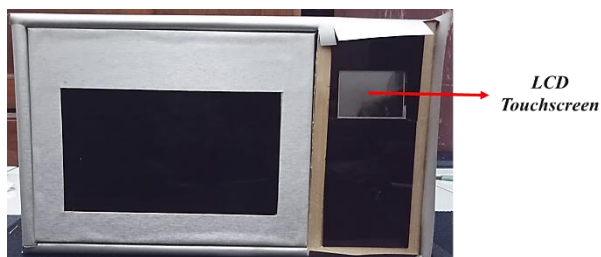
Gambar 5. Tampilan pada LCD Touchscreen

Gambar 6 dan 7 menunjukkan hasil uji coba nyala lampu UVC dan tampilan prototipe *sterilizer* portabel.



Gambar 6. Uji Coba Nyala Lampu

Bagian dalam *sterilizer* portabel dilapisi dengan bahan aluminium foil. Bahan tersebut dipilih karena terbukti dapat memaksimalkan radiasi UV karena sifatnya yang memantulkan cahaya [24].



Gambar 7. Prototipe Sterilizer Portabel

V. KESIMPULAN

Sterilizer portabel telah berhasil dirancang. Pengujian alat menunjukkan hasil pengukuran dengan akurasi yang baik. Terdapat sedikit selisih hasil pembacaan sensor *load cell* dan ultrasonik terhadap alat pembandingnya. Namun demikian, selisih tersebut masih dapat ditoleransi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kemendikdik BRIN yang telah mendanai penelitian ini melalui hibah Penelitian Dosen Pemula/PDP.

REFERENSI

[1] T. Bintsis, "Microbial pollution and food safety," *AIMS Microbiol.*, vol. 4, no. 3, pp. 377–396, 2018, doi: 10.3934/microbiol.2018.3.377.

- [2] R. Vejarano, R. Siche, and W. Tesfaye, "Evaluation of biological contaminants in foods by hyperspectral imaging: A review," *Int. J. Food Prop.*, vol. 20, no. 2, pp. 1264–1297, 2017, doi: 10.1080/10942912.2017.1338729.
- [3] F. Masotti, S. Cattaneo, M. Stuknyte, and I. De Noni, "Airborne contamination in the food industry: An update on monitoring and disinfection techniques of air," *Trends Food Sci. Technol.*, vol. 90, pp. 147–156, 2019, doi: 10.1016/j.tifs.2019.06.006.
- [4] B. Zwirzitz *et al.*, "The sources and transmission routes of microbial populations throughout a meat processing facility," *npj Biofilms Microbiomes*, vol. 6, no. 1, pp. 1–12, 2020, doi: 10.1038/s41522-020-0136-z.
- [5] C. C. R. Ramos *et al.*, "Use of ultraviolet-C in environmental sterilization in hospitals: A systematic review on efficacy and safety.," *Int. J. Health Sci. (Qassim)*, vol. 14, no. 6, pp. 52–65, 2021, [Online]. Available: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3319223> <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC7644456>.
- [6] B. Casini *et al.*, "Casini_2019_Evaluation of an Ultraviolet C (UVC) Light-Emitting Device for Disinfection of High Touch Surfaces in Hospital Critical Areas_130_HA.pdf.pdf," 2019.
- [7] K. Skowron, J. Bauza-Kaszewska, Z. Dobrzański, Z. Paluszak, and K. J. Skowron, "UV-C radiation as a factor reducing microbiological contamination of fish meal," *Sci. World J.*, vol. 2014, 2014, doi: 10.1155/2014/928094.
- [8] F. Siswanto and S. H. Suryo, "Rancang Bangun Alat Germicidal Udara Menggunakan Sinar Ultraviolet," *J. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 3, pp. 264–273, 2015.
- [9] G. K. Naufal, "Rancang Bangun Cooler Box Termoelektrik Dengan Air Sterilizer Sebagai Tempat Pengiriman Air Susu Ibu (Asi)," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 14, no. 3, p. 87, 2019, doi: 10.32497/jrm.v14i3.1637.
- [10] C. M. O. Muvianto and K. Yuniarto, "Pemanfaatan Uv-C Chamber Sebagai Disinfektan Alat Pelindung Diri Untuk Pencegahan Penyebaran Virus Corona," *Abdi Insa.*, vol. 7, no. 1, pp. 87–92, 2020, doi:

- 10.29303/abdiinsani.v7i1.312.
- [11] R. S. Ultraviolet, "Electronic Sterilization of Tableware Using Ultraviolet Light Radiation," *JEEE-U (Journal Electr. Electron. Eng. UMSIDA)*, vol. 4, no. 1, pp. 70–79, 2020, doi: 10.21070/jeeuu.v4i1.316.
- [12] R. S. Rinaldi and I. N. Anggraini, "Perancangan Sistem Disinfektan UV-C Sterilisasi Paket sebagai Pencegahan Penyebaran Covid-19 (Design of Package Sterilization UV-C Disinfectant Systems to Prevent the Spread of Covid-19)," *J. Nas. Tek. Elektro dan Teknol. Inf.*, vol. 10, no. 1, pp. 57–62, 2021.
- [13] S. J. Kim, D. K. Kim, and D. H. Kang, "Using UVC light-emitting diodes at wavelengths of 266 to 279 nanometers to inactivate foodborne pathogens and pasteurize sliced cheese," *Appl. Environ. Microbiol.*, vol. 82, no. 1, pp. 11–17, 2016, doi: 10.1128/AEM.02092-15.
- [14] S. Vasuja and V. K. S, "Ultra Violet Irradiation and its applications in Food Processing Industries : A Review," *Int. J. Trend Res. Dev.*, vol. 5, no. 1, pp. 343–346, 2018.
- [15] K. Narita *et al.*, "Ultraviolet C light with wavelength of 222 nm inactivates a wide spectrum of microbial pathogens," *J. Hosp. Infect.*, vol. 105, no. 3, pp. 459–467, 2020, doi: 10.1016/j.jhin.2020.03.030.
- [16] D. Kim and D. Kang, "crossm UVC LED Irradiation Effectively Inactivates Aerosolized Viruses ," vol. 84, no. 17, pp. 1–11, 2018.
- [17] A. C. Sari, B. Harsono, P. Studi, T. Elektro, F. Teknik, and A. Mega, "Rancang Bangun Alat Pengukur Berat Dan Dimensi Paket Berbasis Arduino Mega2560," *J. Elektro*, vol. 10, pp. 107–116, 2017, [Online]. Available: <http://ejournal.atmajaya.ac.id/index.php/JTE/article/download/363/124/>.
- [18] J. F. Joseph, D. A. Durand, and V. Gowtham, "Smart street lamp Unit (SslU) with Embedded System," *Int. J. Mod. ...*, no. 7, pp. 7–10, 2018, [Online]. Available: <https://www.academia.edu/download/56949312/IJMCTR239.pdf>.
- [19] R. Stiawan, A. Kusumadjati, N. S. Aminah, M. Djamal, and S. Viridi, "An Ultrasonic Sensor System for Vehicle Detection Application," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1204, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1204/1/012017.
- [20] I. Journal and O. F. Engineering, "International journal of engineering sciences & research technology garbage monitoring system using iot," vol. 7, no. 1, pp. 319–324, 2018.
- [21] Y. Li *et al.*, "A Study on the Decontaminated Efficiency of Ultraviolet Device on the Indoor Airborne Bacteria," *Procedia Eng.*, vol. 205, pp. 1376–1380, 2017, doi: 10.1016/j.proeng.2017.10.281.
- [22] M. Nikolova and P. Diseases, "UV Surface Disinfection using Germicidal Lamps: a Study on the Optimal UVC Intensity and the Optimal Exposure Time," no. September, 2019.
- [23] A. Rmani, A. N. S. Chubert, and A. N. M. A. Rmani, "Lightweight UV-C disinfection system," vol. 11, no. 8, pp. 4326–4332, 2020.
- [24] J. Teknologi and D. A. N. Seni, "September 2020; Accepted: 14," vol. 11, no. 2, pp. 213–221, 2020.