

Rancang Bangun Sistem Ozonisasi Air Sebagai Upaya Sterilisasi Pertumbuhan Bakteri Pada Buah Apel Berbasis ESP-32

Adi Sucipto¹, Sholihah Ayu Wulandari¹, Ahmad Fahriyannur Rosyady¹, Dia Bitari Mei Yuana¹, Ahmad Haris Hasanuddin Slamet², Nabila Rahma Yusrilfa Trisyayanti¹

¹Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Jember
²Jurusan Manajemen Agribisnis, Politeknik Negeri Jember

ABSTRACT

Fruit is a good source of nutrients that contain vitamins, minerals, fiber and other important nutrients. In addition, fruit is also one of the foods favored by the community. Fruit can be consumed properly if it has good quality and resistance. Therefore, in this research, the design and construction of a test system for an ozone water purifier for sterilizing apples based on the ESP 32 microcontroller is integrated with a desktop application. This study aims to test the resistance of apples sterilized with ozone water to apples that are not sterilized. In the testing phase, the first apples were washed with ozone and washed with plain water. after that tested the number of bacteria. This test was carried out in the bioscience lab with an interval of 1 and 2 days to determine the results of the bacteria contained in apples. In the 1day treatment, the results of this study found that there were 4.4×10^2 cfu/gr bacteria in apples after being sterilized using ozone water. Apples that were not sterilized had 15×10^2 cfu/gr of bacteria. In the 2-day treatment, the results of this study found that there were 4.5×10^2 cfu/gr bacteria in apples after being sterilized using ozone water. Apples that were not sterilized had 15×10^2 cfu/gr of bacteria. From this study it was found that the results of sterilization on apples had a lower number of bacteria than apples that were not sterilized.

Keywords: ESP 32; Apple ; Bacteria ; ozonisation; Microcontroller

ABSTRAK

Buah merupakan salah satu sumber nutrisi baik yang mengandung vitamin, mineral, serat, dan nutrisi penting lainnya. Selain itu, buah juga merupakan salah satu makanan yang digemari oleh masyarakat. Buah dapat dikonsumsi dengan baik apabila memiliki kualitas dan ketahanan yang bagus. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan rancang bangun sistem pengujian terhadap *ozone water purifier* untuk pensterilan buah apel berbasis mikrokontroler ESP 32 terintegrasi dengan aplikasi desktop. Penelitian ini bertujuan untuk menguji ketahanan buah apel yang disterilkan dengan ozon air dengan buah apel yang tidak disterilkan. Tahap pengujian, pertama buah apel dilakukan pencucian dengan ozon dan pencucian dengan air biasa. setelah itu diuji jumlah bakterinya. Pengujian ini dilakukan pada laboratorium *Bioscience* dengan selang waktu 1 dan 2 hari untuk mengetahui hasil bakteri yang terkandung dalam buah apel. Pada perlakuan 1 hari, hasil dari penelitian ini didapatkan bahwa terdapat $4,4 \times 10^2$ cfu/gr bakteri pada buah apel setelah dilakukan sterilisasi menggunakan ozon air. Buah apel yang tidak dilakukan proses sterilisasi memiliki 15×10^2 cfu/gr bakteri. Pada perlakuan 2 hari, hasil dari penelitian ini didapatkan bahwa terdapat $4,5 \times 10^2$ cfu/gr bakteri pada buah apel setelah dilakukan sterilisasi menggunakan ozon air. Buah apel yang tidak dilakukan proses sterilisasi memiliki 15×10^2 cfu/gr bakteri. Dari penelitian ini didapatkan bahwa hasil sterilisasi pada buah apel memiliki jumlah bakteri yang lebih sedikit daripada buah apel yang tidak dilakukan sterilisasi.

Kata Kunci: ESP 32; Buah Apel; Bakteri; ozonisasi; Mikrokontroler

1. Pendahuluan

Buah-buahan merupakan sumber pangan yang dikonsumsi manusia setiap harinya, mengandung banyak vitamin dan mineral yang dapat meningkatkan kesehatan [1], [2]. Namun perlu diketahui bahwa buah yang terjual di masyarakat belum terjamin kebersihannya karena telah berpindah dari tangan satu ke tangan lain atau telah terkontaminasi oleh bahan kimia ataupun biologi. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 86 Tahun 2019 tentang Keamanan Pangan, penyelenggaraan keamanan pangan ditujukan agar negara dapat memberikan perlindungan kepada rakyat untuk mengonsumsi pangan yang aman bagi kesehatan dan keselamatan jiwa [3]. Oleh karena itu, kebersihan pada buah yang dikonsumsi perlu diperhatikan supaya tidak menyebabkan gangguan pada Kesehatan [4].

Kualitas pada produk pertanian semakin lama akan menurun seiring dengan perubahan fisiknya [5]. Hal ini dapat disebabkan karena produk hortikultura masih melakukan proses respirasi dan produksi etilen setelah dilakukan panen [4]. Oleh karena itu perlu dilakukan suatu tindakan dalam penanganan yang tepat dalam hal budidaya, panen, hingga pasca panen. Sehingga menghasilkan produk yang baik dan aman bagi Kesehatan Masyarakat.

Salah satu cara yang dapat dilakukan dalam rangka peningkatan umur simpan dan keamanan produk pertanian yang lebih lama pascapanen adalah dengan menggunakan teknologi sterilisasi ozon. Ozon dapat dihasilkan dengan menggunakan perangkat perangkat ozonator yang menggunakan pemisahan molekul oksigen di udara dan membentuk ozon. Ozon dihasilkan dalam bentuk gas yang kemudian diinfuskan ke dalam air [5]. Teknologi ozonisasi mampu meluruhkan kontaminasi residu yang disebabkan oleh pemakaian pestisida, bakteri serta logam berat yang menempel pada buah. air yang telah mengandung gas ozon.

Ozon air dapat digunakan untuk memurnikan atau menghilangkan zat-zat terlarut, kontaminan, dan mikroorganisme

yang mungkin ada dalam air. Ozon mempunyai kemampuan oksidasi tinggi sehingga dapat membantu menghilangkan bau, rasa, warna serta mengurangi kandungan organik dan mikroorganisme dalam air yang ada pada buah dan sayur sehingga mampu memperpanjang umur kesegaran.

Ada beberapa penelitian yang sudah dilakukan. Pada penelitian tersebut telah membahas sterilisasi buah pir menggunakan teknologi ozon. Pengujian ketahanan dilakukan selama dua (2) hari. Hasilnya menunjukkan bahwa tampilan fisik buah pir yang dilakukan proses steril dengan ozon jauh lebih segar dibandingkan dengan buah pir yang dicuci dengan air biasa [6].

Alat sterilisasi berbasis ozonizer memang masih sangat awam di kalangan masyarakat umum. Saat ini masih jarang yang memahami apa itu alat sterilisasi ozonizer dan bagaimana cara ozon bisa mensterilisasi buah. Permasalahannya lagi adalah harga yang tinggi pada alat sterilisasi ini, membuat Sebagian belum tertarik membeli alat ini.

2. Tinjauan Pustaka

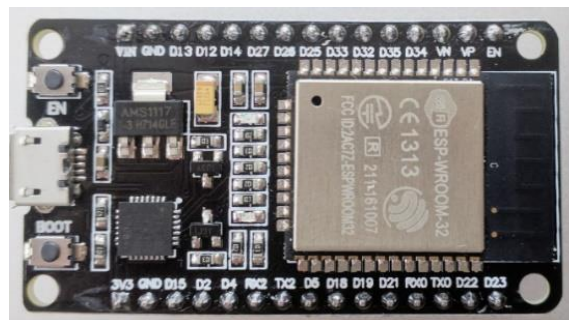
Ada beberapa penelitian yang telah membahas buah dan sayur yang tersterilisasi dengan ozon. Salah satunya melakukan proses sterilisasi buah terong menggunakan sistem steril ozon dengan konsentrasi ozon sebesar 0.6 ppm. Hasilnya menunjukkan bahwa steril dengan ozon dapat digunakan sebagai proses sterilisasi pada terong, waktu proses steril dengan ozon memiliki tingkat keawetan yang optimal dan kualitas buah terong yang terbaik adalah 4 menit dengan lama simpan selama 2 hari [7].

Oleh karena itu, kami membuat inovasi alat sterilisasi buah menggunakan ozon. Sterilisasi buah menggunakan *box ozon* selain sebagai nilai tambah juga untuk upaya menambah kualitas Kesehatan masyarakat yang mengonsumsi buah dalam kehidupan sehari-hari. Pada inovasi yang kita buat, buah apel akan dilakukan proses sterilisasi dengan *box ozon*. Waktu ozonisasinya adalah 15 menit. Kemudian dilakukan pengujian

laboratorium untuk membandingkan banyaknya total mikroba dari buah yang tidak dilakukan sterilisasi dengan ozon dengan buah yang disterilisasi dengan ozon. Hasil dari pengujian tersebut sebagai bukti bahwa inovasi buah tersterilisasi dengan *box ozon* yang diajukan memiliki hasil yang lebih steril dan higienis dibandingkan dengan yang tanpa dilakukan proses steril. Selanjutnya akan dilakukan perhitungan rugi laba dari bisnis buah tersterilisasi ini, baik dari segi penjualan buah tersterilisasi maupun penyewaan alatnya.

2.1. ESP32

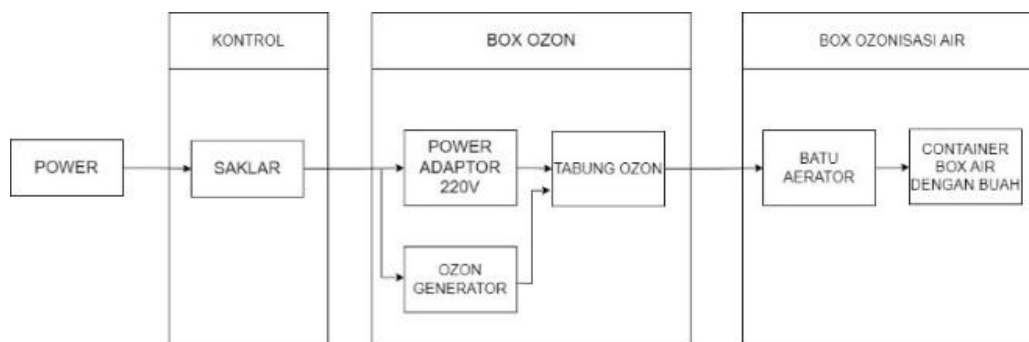
ESP32 adalah mikrokontroler yang populer dikembangkan perusahaan Espressif System, seperti terlihat pada Gambar 1. Generasi berikutnya dari ESP8266 yang menawarkan lebih banyak fitur dan kemampuan [8]. ESP32 memiliki kelebihan menggabungkan unit pemrosesan kecepatan tinggi, modul Wi-Fi, dan modul Bluetooth dalam sebuah *chip* Tunggal yang memungkinkan pengembangan dalam berbagai macam aplikasi termasuk IoT (*Internet of Thing*), perangkat nirkabel, control jarak jauh, sensor monitoring.



Gambar 1. Mikrokontroler ESP32

2.2 Ozonisasi Air

Pada proses sterilisasi dilakukan secara baik dan benar supaya kualitas air yang dihasilkan benar-benar steril dan terjamin tidak dapat merugikan kesehatan [9]. Pada proses ini dilakukan setelah melalui proses perlakuan *water treatment*. Perlakuan tersebut menggunakan pencampuran gas ozon kedalam air yang telah diproses pada system *water treatment*. Ozon tersebut berfungsi sebagai pembunuh bakteri, virus, dan kuman-kuman yang menempel pada buah atau yang ada dalam air. Hal ini juga dapat digunakan sebagai pengawet yang tidak mempunyai efek samping bagi manusia [10].



Gambar 2. Blok diagram

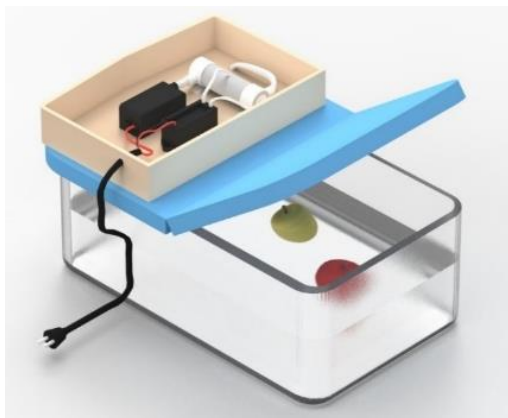
3. Metode

Pada penelitian ini menggunakan tiga sistem yaitu sistem input, proses sistem dan output sistem. Blok diagram sistem dari penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2.

Sistem input merupakan tombol *push button* yang berfungsi untuk mengaktifkan rangkaian sehingga *ozon* air dapat aktif ketika

buah apel dimasukkan pada *box*. Proses sistem memiliki fungsi untuk memberi waktu hidup dan mati pada alat ozonisasi air [11]. Setelah itu, buah apel akan diambil untuk diuji jumlah bakterinya pada lab *bioscience*. Data tersebut akan ditampilkan pada aplikasi desktop sebagai bahan monitoring keadaan buah apel yang sudah tersterilisasi atau belum

[12]. Gambar 3 merupakan rancangan bentuk tiga dimensi dari alat tersebut. Pada Gambar 3 menjelaskan tentang desain gambar 3D *box* yang dalamnya terdapat buah apel yang sedang diozonisasi.

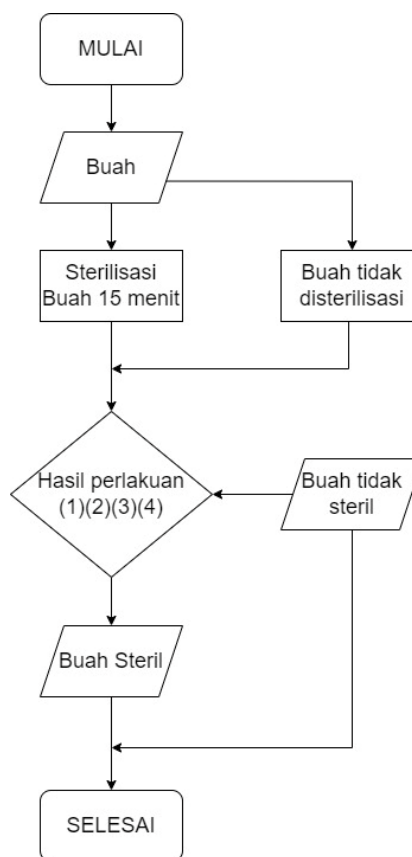


Gambar 3. 3D desain *box* ozonisasi air

3.1 Pengujian Bakteri

Pada tahap ini, dilakukan untuk membuktikan atau meyakinkan kepada customer bahwa inovasi buah tersterilisasi dengan *box ozon* memiliki uji klinis [13]. Dan hasilnya diharapkan bahwa buah yang tersterilisasi dengan *box ozon* memiliki tingkat kesterilan lebih baik dibandingkan dengan buah yang tidak dilakukan steril/dicuci dengan air biasa.

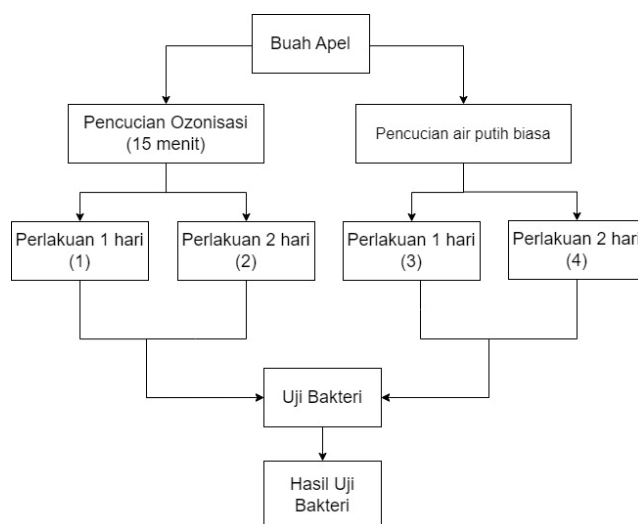
Gambar 4 merupakan diagram alir dari proses pengujian bakteri yang dilakukan. Pada tahap ini terdapat dua jenis uji sampel, yaitu: buah apel dilakukan pencucian dengan ozon dan pencucian dengan air biasa (tidak dilakukan proses steril). Pada uji sample pencucian dengan ozon, terdapat dua sampel uji dengan perlakuan hari yang berbeda, yaitu 1 hari (24 jam) dan 2 hari (28 jam). Kemudian pada uji sample pencucian dengan air biasa juga terdapat dua sampel dengan perlakuan hari yang berbeda, yaitu 1 hari (24 jam) dan 2 hari (28 jam). Jadi total keseluruhan ada 4 data uji yaitu sampel (1), (2), (3), dan (4). Kemudian sampel yang sudah diberikan label akan dilakukan uji total bakteri, hal ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan jumlah bakteri.



Gambar 4. Diagram alir pengujian bakteri

3.2 Pengujian Ketahanan

Gambar 5 merupakan diagram alir dari proses pengujian ketahanan yang dilakukan. Pada tahap ini ada dua jenis uji, yaitu buah yang dilakukan pencucian dengan ozon, dan pencucian dengan air biasa [14].



Gambar 5. Diagram alir pengujian ketahanan

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Analisa Buah Tersterilisasi Ozon

Proses sterilisasi buah apel yang dilakukan dengan menggunakan *box ozon* dengan durasi 15 menit ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Proses sterilisasi ozon pada buah apel

Pada Gambar 7 yang merupakan sampel dari buah tersterilisasi dan tidak tersterilisasi (dicuci air biasa). Memang tidak terlihat secara kasat mata perbedaan pada

buah yang dilakukan proses sterilisasi dengan buah yang tidak dilakukan proses sterilisasi [15]. Oleh karena itu, telah dilakukan pengujian total bakteri dan pengujian ketahanan buah. Hal ini dilakukan untuk mengetahui bahwa inovasi *box ozon* ini telah sesuai.



Gambar 7. Sampel buah apel, disteril dengan ozon dan tidak disteril

Tabel 1. Data Perhitungan *TPC* Total Bakteri

Sampel	Pengenceran	Jumlah Koloni	Jumlah cfu/gr	Rerata Jumlah cfu/gr	Rerata Jumlah cfu/gr
Ozon 1 (ul. 1)	1.00E-01	72	7.20E+01	4.40E+02	4.40E+02
	1.00E-02	28	2.80E+02		
	1.00E-03	4	4.00E+02		
	1.00E-04	1	1.00E+03		
Ozon 1 (ul. 2)	1.00E-01	75	7.50E+01	4.50E+02	
	1.00E-02	22	2.20E+02		
	1.00E-03	5	5.00E+02		
	1.00E-04	1	1.00E+03		
Tanpa Ozon (ul.1)	1.00E-01	132	1.32E+02	1.50E+03	
	1.00E-02	52	5.20E+02		
	1.00E-03	15	1.50E+03		
	1.00E-04	4	4.00E+03		
Tanpa Ozon (ul.2)	1.00E-01	135	1.35E+02	1.50E+03	
	1.00E-02	57	5.70E+02		
	1.00E-03	13	1.30E+03		
	1.00E-04	4	4.00E+03		

4.2. Analisa Pengujian Bakteri

Proses sterilisasi Ozon pada buah apel digambarkan pada Tabel 1, 2 dan 3, dimana perhitungan jumlah cfu/gr diperoleh dengan Persamaan (1). Perbandingan pengaruh proses ozonisasi dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5.

$$Jum \frac{cgu}{gr} = \frac{(jum \text{ koloni} \times vol \text{ sampel yg diinokulasikan})}{Faktor \text{ pengenceran}} \quad (1)$$

Tabel 1. Jumlah Koloni Bakteri Pada Setiap Perulangan Dengan Ozon

Kontrol negatif	Jumlah Koloni
Ulangan 1	0
Ulangan 2	0

Tabel 2. Jumlah Koloni Bakteri Pada Setiap Perulangan Tanpa Ozon

Kontrol negatif	Jumlah Koloni
Ulangan 1	82
Ulangan 2	87

Tabel 3. Pengaruh Proses Ozonisasi Terhadap Jumlah Bakteri pada Perlakuan Satu (1) Hari

Sampel	Jumlah cfu/gr
Dilakukan proses sterilisasi dengan ozon	$4,4 \times 10^2$
Tidak dilakukan proses sterilisasi dengan ozon	15×10^2

Tabel 4. Pengaruh Proses Ozonisasi Terhadap Jumlah Bakteri pada Perlakuan Dua (2) Hari

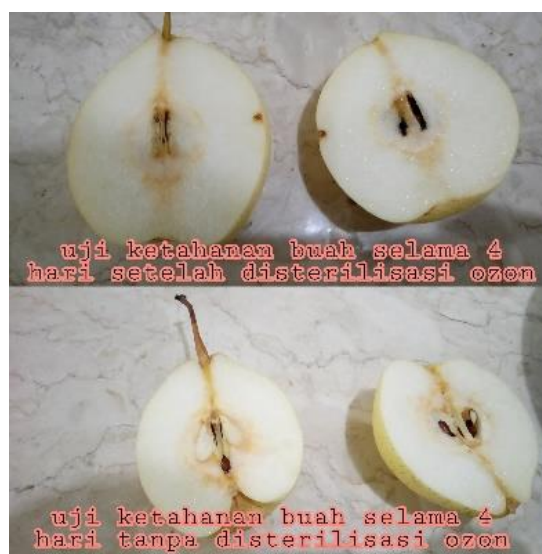
Sampel	Jumlah cfu/gr
Dilakukan proses sterilisasi dengan ozon	$4,5 \times 10^2$
Tidak dilakukan proses sterilisasi dengan ozon	15×10^2

Pada hasil uji laboratorium, didapatkan hasil bahwa total tertinggi bakteri terdapat pada sampel buah apel tanpa disteril dengan

ozon pada perlakuan dua hari dengan jumlah bakteri sebesar $1,5 \times 10^3$ cfu/gr. Total bakteri terkecil terdapat pada sampel buah apel yang disteril dengan ozon pada perlakuan 1 hari dengan jumlah bakteri sebesar $4,4 \times 10^2$ cfu/gr. Kemudian pada sampel buah apel yang disteril dengan ozon pada perlakuan 2 hari memiliki jumlah bakteri sebesar $4,5 \times 10^2$ cfu/gr. Lalu pada sampel buah apel tanpa disteril dengan ozon pada perlakuan satu hari dengan jumlah bakteri sebesar $1,5 \times 10^3$ cfu/gr.

4.3. Analisa Ketahanan buah

Hasil dari pengujian ketahanan buah ini ditunjukkan pada Gambar 9. Hasilnya adalah buah yang disteril dengan ozon menghasilkan buah yang lebih segar dan terlihat bersih dibandingkan yang tidak dilakukan proses sterilisasi dengan ozon. Dari hasil terlihat buah yang tidak dilakukan proses steril dengan ozon memiliki tampilan yang kurang segar. Selain itu ketika buah dibelah menjadi dua, buah yang disteril ozon warnanya putih dan segar, namun yang tidak dilakukan proses steril dengan ozon memiliki warna kecoklatan. Jumlah bakteri berpengaruh dalam hal ini karena bakteri lebih banyak pada buah yang tidak dilakukan steril dengan ozon.



Gambar 9. Analisa ketahanan buah yang dilakukan proses sterilisasi dengan ozon

5. Kesimpulan

Pada hasil pengujian sterilisasi buah apel menggunakan *box ozon* yang dilakukan, menunjukkan bahwa alat *box ozon* yang telah dibuat berhasil dalam mengurangi jumlah bakteri pada buah apel. Hal ini terbukti dengan perbandingan lebih kecil jumlah bakteri yang ada pada apel yg tersterilasi dibandingkan dengan jumlah bakteri pada buah apel yang dicuci air biasa/tidak disteril. Tampilan buah juga tampak lebih segar.

Pada penelitian ini, terdapat saran dari peneliti yaitu penambahan fitur sistem integrasi agar proses otomatisasi dapat dilihat di platform *website* maupun *mobile apps*. Kemudian, menggunakan *box container* yang lebih besar bisa menambah jumlah buah untuk disterilisasi. Selain itu adanya penambahan timer otomatis yang dapat membuat kinerja alat semakin mudah dan praktis, media pengiklanan yang lebih luas menyebabkan produk dan alat bisa dikenal lebih banyak masyarakat.

6. Daftar Pustaka

- [1] S. Ayu Wulandari, S. Ayu Wulandari, A. Haris Hasanuddin Slamet, A. Fahriyannur Rosyady, and R. Dhandy, "Strategi Pengembangan Usaha Alat Sterilisasi Buah Menggunakan Ozone-Box," *Food Scientia Journal of Food Science and Technology*, vol. 2, no. 2, pp. 119–138, 2022, doi: 10.33830/fsj.v2i1.3690.2022.
- [2] W. D. Saputro, A. R. Wibowo, A. Maulidiyah, and Y. Hendrawan, "Rancang Bangun Alat Sterilisasi Buah Manggis Berbasis Cold Atmospheric Plasma (CAP) Design of mangosteen fruit (*Garcinia mangostana* Linn) Sterilization Based on Cold Atmospheric Plasma (CAP)," *Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian AGROTECHNO*, vol. 3, no. 2, pp. 313–318, 2018, doi: <https://doi.org/10.32764/agrosaintifika.v5i1.3160>.
- [3] N. Sulastiningsih and R. Rosliani, "Pengaruh Umur Semaian Bawang Merah Asal Biji terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Bawang Merah di Dataran Tinggi Lembang," in *Seminar Nasional dalam Rangka Dies Natalis ke-45 UNS Tahun 2021*, 2021, pp. 245–252.
- [4] A. Nurhayati, A. Rahayuni, and R. Ambarwati, "Pengaruh Proses Ozonisasi Terhadap Total Bakteri, Stabilitas Vitamin C dan Tekstur Pada Buah Melon Potong," *Jurnal Riset Gizi*, vol. 7, no. 2, pp. 79–82, 2019, doi: <https://doi.org/10.31983/jrg.v7i2.5197>
- [5] M. Haifan, "Review Kajian Aplikasi Teknologi Ozon untuk Penanganan Buah, Sayuran dan Hasil Perikanan," *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK)*, vol. 1, no. 1, pp. 15–21, 2017, doi: <https://doi.org/10.31543/jii.v1i1.99>.
- [6] S. Ayu Wulandari, A. Fahriyannur Rosyady, B. Dwi Januarta, B. Prayoga, J. Krisbima Abi, and A. Asmiranti, "Inovasi Sterilisasi Ozon Buah Pir Pasca Panen (Post Harvest Pear Ozone Sterilization Innovation)," *JOFE : Journal of Food Engineering / E-ISSN*, vol. 1, no. 3, pp. 101–109, 2022, doi: <https://doi.org/10.25047/jofe.v1i3.3229>.
- [7] A. S. Suharyono, U. Hasanudin, and M. Kurniadi, "Proses Sterilisasi Sari Buah Terong Ungu (*Solanum melongena*) Dengan Sistem Ozonisasi," *Jurnal Kimia Terapan Indonesia*, vol. 13, no. 1, 2011, doi: <https://doi.org/10.14203/jkti.v13i1.122>.
- [8] S. A. Wulandari et al., "Inovasi Hipnoterapi Berbasis Aplikasi," *Journal of Electrical Engineering and Computer (JEECOM)*, vol. 4, no. 2, pp. 57–61, 2022, doi: <http://doi.org/10.33650/jeeecom.v4i2.3780>.
- [9] A. F. Rosyady et al., "Sistem Pelatihan Smart Innovation Untuk Atlit Taekwondo Menggunakan Sensor Multivariabel Dan Terintegrasi Dengan

- Website Selama Pandemi Covid-19,” *JEECOM*, vol. 4, no. 1, p. 38, 2022.
- [10] D. Triardianto *et al.*, “Pengaruh Suhu Terhadap Parameter Fisik Pisang Kepok (*Musa acuminata*) Selama Penyimpanan,” *Agrosaintifika : Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, vol. 5, no. 1, pp. 11–16, 2022, doi: <https://doi.org/10.32764/agrosaintifika.v5i1.3160>.
- [11] A. Sucipto *et al.*, “Increasing Stability of Shooting Motion On EROS (EEPIS Robot Soccer) Using Joint Trajectory Controller,” in *5th Indonesian Symposium on Robotic Systems and Control 2017*, Bandung, 2017, pp. 208–211.
- [12] A. Sucipto, R. S. Dewanto, and D. Pramadihanto, “Gerak Robot Berkaki Dua menggunakan ROS dan RViz sebagai Visualisasi Interaktif,” *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, vol. 9, no. 1, pp. 43–57, Jan. 2021, doi: [10.26760/elkomika.v9i1.43](https://doi.org/10.26760/elkomika.v9i1.43).
- [13] D. Hermanuadi, A. Brilliantina, and E. K. Novitasari, “Decision Support System for Selecting Strategy of Agroindustry Development Based on ‘tape’ in Bondowoso Regency,” in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Institute of Physics Publishing, Jan. 2020. doi: [10.1088/1755-1315/411/1/012016](https://doi.org/10.1088/1755-1315/411/1/012016).
- [14] D. Hermanuadi, A. Brilliantina, and E. K. Novitasari, “Value added analysis of cassava ‘tape’ supply chain in Bondowoso regency,” *IOP Conf Ser Earth Environ Sci*, vol. 672, no. 1, Apr. 2021, doi: [10.1088/1755-1315/672/1/012021](https://doi.org/10.1088/1755-1315/672/1/012021).
- [15] Suratno, M. F. Kurnianto, S. Bachri, B. Hariono, and A. Brilliantina, “Optimization of making white oyster mushroom with the effect of immersion time and concentration of natrium metabisulphite,” *IOP Conf Ser Earth Environ Sci*, vol. 672, no. 1, Apr. 2021, doi: [10.1088/1755-1315/672/1/012070](https://doi.org/10.1088/1755-1315/672/1/012070).