

**PEMANFAATAN SOLAR CELL SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK
TERBARUKAN UNTUK KONTROL ALAT PENGASAPAN IKAN OTOMATIS**

Rina Latuconsina¹⁾, Luwis H. Laisina²⁾, Marselin Jamlaay³⁾, Indra Wahyudi⁴⁾,

^{1,2,3)}Politeknik Negeri Ambon, ⁴⁾Universitas Darussalam Ambon

¹⁾rinawalconz@gmail.com, ²⁾luwis_mena@ymail.com, ³⁾marselin90@gmail.com,

⁴⁾walconzindra@gmail.com

ABSTRACT

The global energy crisis has motivated the utilization of renewable energy, particularly solar energy, for various technological applications. This study aims to develop an automatic fish smoking device powered by solar cells as its primary energy source. The system is designed to regulate the smoking process using a low-speed electric motor, ensuring consistent and efficient smoking. The research methodology includes solar cell system design, development of automatic controls, and testing for energy efficiency and the quality of smoked fish. Tests were conducted by smoking fish samples and analyzing their taste, aroma, texture, and shelf life. The results indicate that the device can produce stable electrical power under varying weather conditions, with efficient energy consumption. The automatic control system significantly improves the smoking quality, producing fish with uniform taste, aroma, and texture, as well as an extended shelf life of up to 8–10 days. The use of solar cells reduces operational costs by 30–50% compared to conventional electricity, despite requiring significant initial investment. With high efficiency and ease of operation, the device is suitable for household and small-scale business applications, contributing to energy sustainability and community economic development. This research marks a significant step in advancing renewable energy technologies for food processing applications.

ABSTRAK

Krisis energi global memotivasi pemanfaatan energi terbarukan, khususnya energi matahari, untuk berbagai aplikasi teknologi. Penelitian ini bertujuan mengembangkan alat pengasapan ikan otomatis berbasis solar cell sebagai sumber energi utama. Sistem ini dirancang untuk mengontrol proses pengasapan dengan motor listrik berkecepatan rendah, memungkinkan pengasapan yang konsisten dan efisien. Metode penelitian meliputi desain sistem solar cell, pengembangan kontrol otomatis, serta uji coba efisiensi energi dan kualitas hasil pengasapan. Pengujian dilakukan dengan mengasapkan beberapa sampel ikan dan menganalisis rasa, aroma, tekstur, serta daya tahan produk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat ini mampu menghasilkan daya listrik stabil pada berbagai kondisi cuaca, dengan konsumsi energi yang efisien. Sistem kontrol otomatis terbukti meningkatkan kualitas pengasapan, menghasilkan ikan dengan rasa, aroma, dan tekstur yang merata, serta daya tahan hingga 8–10 hari. Penggunaan solar cell menekan biaya operasional hingga 30–50% dibandingkan dengan listrik konvensional, meskipun membutuhkan investasi awal yang signifikan. Dengan efisiensi tinggi dan kemudahan operasional, alat ini cocok untuk diterapkan pada skala rumah tangga maupun usaha kecil, memberikan kontribusi pada keberlanjutan energi dan peningkatan ekonomi masyarakat. Penelitian ini menjadi langkah awal dalam pengembangan teknologi energi terbarukan untuk aplikasi pengolahan pangan.

Kata kunci: *Solar Cell; Energi Terbarukan; Pengasapan Ikan; Kontrol Otomatis; Efisiensi Energi*

1. PENDAHULUAN

Krisis energi yang terjadi di berbagai belahan dunia memotivasi penelitian dalam pemanfaatan energi terbarukan. Energi matahari adalah salah satu solusi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Solar cell, sebagai teknologi konversi energi matahari menjadi listrik, memiliki potensi besar terutama di wilayah tropis seperti Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengaplikasikan solar cell sebagai sumber daya pada alat pengasapan ikan otomatis, yang membantu meningkatkan efisiensi proses pengasapan dengan sistem kontrol otomatis.

Indonesia memiliki potensi besar dalam sektor perikanan, khususnya wilayah Maluku dengan sumber daya laut yang melimpah dan beragam karena merupakan salah satu provinsi kepulauan. Salah satu

metode tradisional yang banyak digunakan untuk mengawetkan hasil perikanan adalah pengasapan, yang tidak hanya meningkatkan umur simpan ikan, tetapi juga memberikan rasa dan aroma khas yang diminati oleh konsumen. Namun, proses pengasapan tradisional seringkali memakan waktu lama, bergantung pada tenaga manusia, dan tidak memiliki kontrol yang konsisten karena harus selalu diamati secara terus menerus agar tidak gosong, sehingga kualitas hasil pengasapan dapat bervariasi.



Sumber: penulis, 2024

Gambar 1. Proses Pengasapan ikan Secara Tradisional

Di sisi lain, dunia saat ini tengah menghadapi tantangan besar dalam hal ketersediaan energi fosil yang sudah mulai menipis dan semakin terbatas. Penggunaan energi fosil yang masif menyebabkan berbagai dampak negatif, seperti polusi udara dan pemanasan global. Oleh karena itu, pemanfaatan energi terbarukan, seperti energi matahari, menjadi alternatif yang ramah lingkungan untuk mengatasi krisis energi. Teknologi solar cell, yang dapat mengonversi sinar matahari menjadi energi listrik, memiliki potensi besar untuk digunakan sebagai sumber energi, terutama di negara tropis seperti Indonesia yang memiliki intensitas cahaya matahari yang tinggi sepanjang tahun.

Khususnya untuk bidang energi baru terbarukan. Pada RPJMD Maluku, menerangkan potensi sumber daya energi matahari untuk kawasan timur Indonesia bisa mencapai $5,1 \text{ kWh/m}^2$ lebih besar dari rata-rata di Indonesia sebesar 4 kWh/m^2 . Melihat potensi yang ada maka kami tim berinisiatif untuk memanfaatkan energi matahari sebagai sumber listrik yang akan diterapkan pada beberapa peralatan UMKM di Kecamatan Pulau Haruku, salah satunya alat pengasapan ikan roda otomatis yang menggunakan sumber listrik

Untuk menjawab permasalahan ini, penelitian ini mengembangkan sebuah alat pengasapan ikan otomatis yang menggunakan solar cell sebagai sumber energi Listrik yang didanai oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Dana Padanan Tahun 2024. Dengan memanfaatkan solar cell, diharapkan alat pengasapan ini dapat menjadi solusi energi yang berkelanjutan dan mengurangi ketergantungan pada sumber listrik konvensional. Sistem kontrol otomatis yang diterapkan pada alat ini memungkinkan durasi pengasapan secara optimal, sehingga kualitas produk ikan yang dihasilkan menjadi lebih konsisten dan mudah untuk dioperasikan, baik di skala rumah tangga maupun usaha kecil.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah pertama mengembangkan alat pengasapan ikan otomatis yang menggunakan solar cell sebagai sumber energi listrik khusus untuk control otomatis. Tujuan kedua menerapkan sistem kontrol otomatis untuk proses bolabalik ikan secara optimal selama proses pengasapan.

Tujuan terakhir adalah mengevaluasi efisiensi energi yang diperoleh dari solar cell dan kualitas hasil pengasapan yang dihasilkan oleh sistem ini.

Sedangkan manfaat dari penelitian ini adalah Bagi Lingkungan sekitar dengan menggunakan energi terbarukan, alat ini mengurangi ketergantungan pada listrik dari energi fosil, sehingga membantu mengurangi emisi karbon. Bagi Masyarakat, Alat ini dapat meningkatkan efisiensi produksi pengasapan ikan bagi usaha kecil dan rumah tangga, menciptakan nilai ekonomi yang lebih tinggi dengan biaya operasional yang rendah. Bagi dunia ilmu pengetahuan penelitian ini dapat menjadi referensi bagi pengembangan sistem energi terbarukan dan teknologi pengolahan pangan otomatis lainnya, sehingga mendorong inovasi teknologi yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Dengan demikian, penelitian ini diharapkan mampu memberikan solusi praktis untuk peningkatan kualitas produk pengasapan ikan melalui teknologi terbarukan, serta mendorong penerapan energi terbarukan di sektor industri kecil di Indonesia.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Energi terbarukan merupakan energi yang diperoleh dari sumber daya alam yang dapat diperbarui, seperti matahari, angin, air, dan biomassa. Penggunaan energi terbarukan menjadi salah satu solusi dalam mengatasi krisis energi yang dihadapi oleh dunia akibat keterbatasan energi fosil. Di antara berbagai jenis energi terbarukan, energi surya dianggap sebagai salah satu yang paling berpotensi di negara-negara tropis seperti Indonesia, yang mendapatkan paparan sinar matahari yang cukup sepanjang tahun (Sukardi, 2021).

Solar cell atau sel surya adalah perangkat yang mengubah energi matahari menjadi energi listrik melalui efek fotovoltaik. Solar cell terbuat dari material semikonduktor, seperti silikon, yang dapat menyerap foton dari sinar matahari dan melepaskan elektron, sehingga menghasilkan aliran listrik. Menurut teori fotovoltaik, ketika energi foton lebih besar dari energi ikatan elektron, foton dapat memisahkan elektron dari atom dan menghasilkan aliran listrik. Teknologi ini sudah banyak dikembangkan dan diterapkan untuk berbagai keperluan, terutama pada alat elektronik yang membutuhkan sumber daya listrik (Maulidina & Hadi, 2019).

Proses pengasapan ikan adalah metode pengawetan ikan yang memerlukan suhu, kelembapan, dan waktu tertentu.

Pengasapan adalah salah satu metode pengawetan ikan yang telah lama digunakan oleh masyarakat. Proses pengasapan bertujuan untuk mengawetkan ikan sekaligus memberikan cita rasa dan aroma yang khas. Pengasapan ikan melibatkan beberapa tahapan, seperti pengeringan awal, pengasapan, dan pendinginan, yang masing-masing membutuhkan pengaturan suhu dan kelembapan tertentu. Berdasarkan penelitian oleh Aryani (2020), pengasapan yang optimal dapat meningkatkan kualitas produk akhir serta memperpanjang umur simpan ikan.

Pengasapan tradisional biasanya kurang konsisten dalam pengaturan suhu dan waktu, sehingga kualitas hasil pengasapan tidak selalu seragam. Teknologi pengasapan otomatis yang menggunakan sistem kontrol berbasis mikrokontroler dapat memberikan solusi untuk menjaga konsistensi kualitas, mengurangi tenaga kerja, dan meminimalkan waktu pengasapan (Ramadhan & Putra, 2018).

Teknologi kontrol otomatis menggunakan motor listrik untuk memutar roda tempat diletakkan ikan serta menjaga kondisi optimal ikan dalam proses pengasapan. Sistem kontrol otomatis adalah teknologi yang digunakan untuk mengendalikan perangkat atau proses tanpa campur tangan manusia secara langsung. Sistem ini sering diterapkan pada industri untuk meningkatkan efisiensi waktu dan konsistensi hasil produk. Dalam konteks pengasapan ikan, sistem kontrol otomatis berbasis mikrokontroler dapat digunakan untuk mengatur suhu, kelembapan, dan waktu secara presisi, yang merupakan faktor kritis dalam mencapai kualitas pengasapan yang optimal (Wicaksono et al., 2021).

Efisiensi energi dalam industri pengolahan pangan, termasuk pengasapan ikan, adalah hal yang sangat penting, terutama untuk usaha Mikro, kecil dan menengah (UMKM) yang memiliki keterbatasan sumber daya. Dengan menggunakan solar cell sebagai sumber energi, biaya operasional dapat dikurangi secara signifikan, terutama di daerah dengan intensitas cahaya matahari yang tinggi. Menurut penelitian Rahayu (2019), penerapan energi terbarukan seperti solar cell pada industri pangan dapat membantu menekan biaya listrik, meningkatkan keberlanjutan usaha, dan mendukung lingkungan yang lebih bersih.

3. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan langkah-langkah sebagai berikut : Desain Sistem Solar Cell: Merancang instalasi solar cell yang dapat memasok energi secara stabil untuk alat pengasapan ikan otomatis. Pada tahap awal, dilakukan perancangan sistem alat pengasapan ikan yang menggunakan solar cell sebagai sumber energi utama.

Desain Solar Cell dan Penyimpanan Energi: Menentukan kapasitas dan spesifikasi solar cell yang sesuai untuk menghasilkan daya yang cukup. Panel surya dipilih berdasarkan jumlah energi yang diperlukan untuk mengoperasikan alat pengasapan serta kondisi intensitas sinar matahari di lokasi uji.

Desain Alat Pengasapan: Merancang komponen fisik alat pengasapan, seperti ruang pengasapan, pemanas, dan kipas untuk sirkulasi udara. Ruang pengasapan dilengkapi dengan ventilasi yang dapat dikendalikan untuk menjaga sirkulasi asap yang optimal.

Baterai atau Penyimpanan Energi: Menyertakan baterai sebagai penyimpanan energi agar alat tetap dapat beroperasi pada saat intensitas cahaya matahari berkurang atau saat malam hari.

Pengembangan Sistem Kontrol Otomatis: Merancang sistem kontrol menggunakan motor listrik dengan kecepatan yang rendah yakni 20 rpm,

menggunakan relay untuk control sistem, serta menggunakan lampu indicator on off serta tombol emergency jika terjadi hubung singkat.. Melakukan uji coba pengasapan pada beberapa sampel ikan dengan variasi parameter yang dikendalikan otomatis.

Pengujian alat dilakukan untuk mengukur kinerja dan efisiensi energi dari alat pengasapan ikan otomatis berbasis solar cell. Proses pengujian dilakukan dalam beberapa tahapan Pengujian Energi Solar Cell: Mengukur daya listrik yang dihasilkan oleh solar cell pada kondisi cuaca yang berbeda (cerah, mendung, dan malam hari) untuk memastikan ketersediaan energi yang cukup. Uji Coba Pengasapan Ikan: Mengasapkan beberapa sampel ikan dengan parameter yang telah ditetapkan menggunakan sistem kontrol otomatis. Pengujian ini dilakukan selama beberapa siklus pengasapan untuk melihat konsistensi hasil. Evaluasi Kualitas Ikan: Setelah proses pengasapan selesai, ikan yang dihasilkan diuji secara organoleptik (rasa, aroma, tekstur) dan diuji keawetannya. Hal ini untuk menilai kualitas hasil pengasapan yang dihasilkan oleh alat.

Data yang dikumpulkan dari pengujian alat meliputi:

- Data Energi: Mengukur daya yang dihasilkan oleh solar cell dan daya yang digunakan oleh control alat pengasapan. Data ini dianalisis untuk mengevaluasi efisiensi energi.
- Data Kualitas Produk: Data kualitas hasil pengasapan (rasa, aroma, tekstur, dan umur simpan) akan dianalisis untuk menilai apakah sistem kontrol otomatis berhasil menjaga kondisi optimal selama proses pengasapan.
- Efektivitas Sistem Kontrol: Menghitung efektivitas sistem kontrol otomatis berdasarkan kestabilan parameter suhu dan kelembapan selama proses pengasapan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pengujian pada alat pengasapan ikan otomatis berbasis solar cell, diperoleh sejumlah hasil yang menunjukkan kinerja dan efektivitas alat ini. Berikut adalah hasil yang diperoleh dari penelitian beserta pembahasannya :

4.1. Kinerja Solar Cell dan Efisiensi Energi

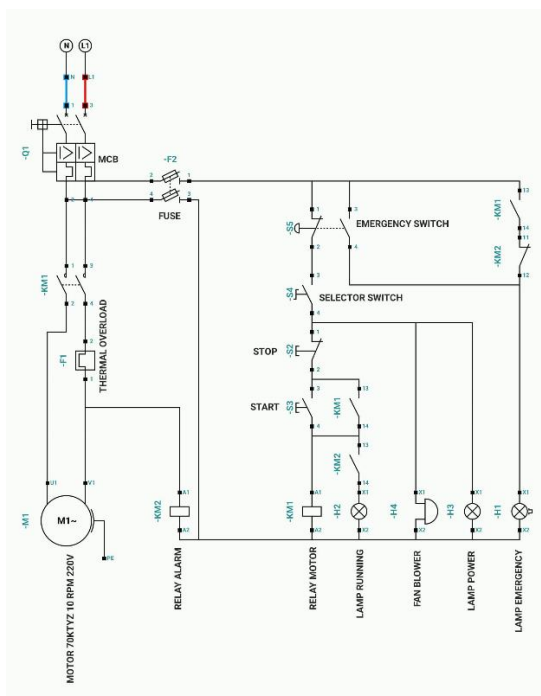
Pengukuran Daya yang Dihasilkan Solar Cell: Pada kondisi cuaca cerah, solar cell mampu menghasilkan daya rata-rata sebesar 80–100 watt dengan kapasitas media solar cell sebesar 100 WP, cukup untuk memenuhi kebutuhan listrik alat pengasapan. Namun, pada saat cuaca mendung atau sore hari, daya yang dihasilkan menurun menjadi sekitar 40–60 watt. Di malam hari, alat sepenuhnya mengandalkan daya yang tersimpan di dalam baterai.

Efisiensi Penggunaan Energi: Selama proses pengasapan, konsumsi daya dari proses roda berputar stabil pada kisaran 40 - 80 watt per jam. Baterai penyimpanan yang dirancang mampu menopang operasi alat selama kurang lebih 4 - 5 jam tanpa tambahan daya dari solar cell, cukup untuk 4 siklus pengasapan ikan. Ini menunjukkan bahwa alat memiliki efisiensi energi yang baik dan dapat berjalan

mandiri dengan energi dari solar cell tanpa ketergantungan penuh pada listrik konvensional.

Penggunaan solar cell sebagai sumber daya utama alat ini terbukti efektif, terutama di wilayah tropis dengan intensitas cahaya matahari yang tinggi. Namun, untuk penggunaan pada malam hari, diperlukan baterai penyimpanan yang memadai. Penggunaan baterai ini memberikan fleksibilitas pada alat, meskipun menambah sedikit biaya awal.

4.2. Kinerja Sistem Kontrol Otomatis, Kemudahan Penggunaan alat ini mudah dioperasikan karena operator hanya perlu menyalakan alat dengan menekan tombol start, dan alat akan otomatis berputar dengan optimal untuk proses pengasapan dalam hal ini putaran roda sebagai pengganti tenaga manusia..



Sumber: penulis, 2024

Gambar 2. Desain Rangkaian Sistem Kontrol Alat Pengasapan Ikan

Kontrol otomatis menggunakan motor listrik terbukti efektif dalam menjaga kondisi pengasapan sesuai parameter yang diinginkan. Dengan sistem kontrol otomatis, kualitas hasil pengasapan lebih konsisten dibandingkan dengan metode tradisional. Hal ini penting terutama untuk usaha kecil yang ingin menghasilkan produk dengan kualitas yang stabil. Sistem ini juga meminimalisir kesalahan manusia, sehingga lebih praktis dan efisien.

4.3. Kualitas Hasil Pengasapan

Uji Organoleptik : Ikan yang dihasilkan melalui pengasapan dengan alat ini memiliki rasa, aroma, dan tekstur yang disukai oleh panelis uji, serta warna yang merata. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pengasapan

otomatis berhasil menciptakan kondisi yang ideal untuk menghasilkan ikan dengan kualitas yang baik.

Ketahanan Produk : Hasil uji daya simpan menunjukkan bahwa ikan yang diasap dengan alat ini dapat bertahan lebih lama (hingga 8-10 hari) dibandingkan dengan ikan yang diasap secara tradisional (2 hari), karena kondisi pengasapan yang stabil membantu memperlambat pertumbuhan mikroorganisme. Kualitas ikan asap yang dihasilkan oleh alat ini memenuhi standar yang baik, terutama dari segi rasa dan aroma, yang merupakan faktor utama dalam pengasapan ikan. Pengasapan otomatis yang stabil membantu menjaga tekstur dan ketahanan produk, yang merupakan keunggulan dalam pemasaran. Ketahanan produk yang lebih lama menambah nilai jual, sehingga alat ini cocok untuk diterapkan pada skala rumah tangga maupun usaha kecil.

4.4. Analisis Ekonomi

Biaya Operasional dan Penghematan Energi: Dengan menggunakan energi dari solar cell, biaya listrik dapat ditekan, terutama di daerah yang memiliki intensitas cahaya matahari tinggi. Berdasarkan perkiraan, biaya listrik bulanan dapat dikurangi hingga 30-50% dibandingkan dengan menggunakan listrik konvensional.

Biaya Pemasangan Awal: Biaya awal untuk pemasangan solar cell dan baterai relatif tinggi, tetapi dapat tertutupi dalam jangka panjang melalui penghematan biaya listrik. Selain itu, untuk usaha kecil, penghematan ini dapat berkontribusi pada peningkatan keuntungan.

Analisis ekonomi menunjukkan bahwa meskipun alat ini membutuhkan investasi awal yang lebih tinggi untuk pemasangan solar cell dan baterai, biaya ini dapat kembali dalam jangka menengah melalui penghematan listrik. Bagi usaha kecil, alat ini tidak hanya menghemat energi tetapi juga memberikan nilai tambah dengan kualitas produk yang lebih baik dan biaya produksi yang lebih rendah.

Menampilkan hasil analisis dan menjelaskan hasil tersebut yang mengarah kepada kesimpulan. Hasil dapat ditampilkan sebagai rumusan, pernyataan, gambar dan tabel yang akan dikomentari atau direkomendasikan. Gambar dalam Hasil dan Pembahasan dapat berupa kurva yang menyatakan keterkaitan variabel, gambar konstruksi atau desain yang semuanya bermakna sebagai hasil analisis yang menjawab persoalan penelitian. Pembahasan dilakukan untuk setiap hasil yang diperoleh dan dilakukan sesuai kaidah-kaidah keilmuan yang telah diuraikan di dalam uraian Tinjauan Pustaka.

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

1. Alat pengasapan ikan otomatis berbasis solar cell yang dikembangkan dalam penelitian ini mampu menghasilkan daya yang stabil untuk mengoperasikan sistem kontrol otomatis, bahkan pada kondisi cuaca yang beragam.

2. Penggunaan kontrol otomatis dengan motor listrik berkecepatan rendah memastikan kualitas pengasapan yang konsisten, menghasilkan ikan dengan rasa, aroma, tekstur, dan daya tahan yang lebih baik dibandingkan metode tradisional.
3. Pemanfaatan solar cell sebagai sumber energi mengurangi ketergantungan pada listrik konvensional, menekan biaya operasional hingga 30–50%, serta menjadi solusi ramah lingkungan yang sesuai untuk wilayah tropis dengan intensitas cahaya matahari tinggi.
4. Sistem ini efektif diaplikasikan untuk skala rumah tangga dan usaha kecil, memberikan nilai tambah ekonomi dengan biaya investasi awal yang dapat tertutupi dalam jangka menengah.

5.2. Saran

Untuk pengembangan selanjutnya, alat ini dapat dilengkapi dengan sistem monitoring berbasis IoT agar pengguna dapat memantau kinerja alat secara real-time, sehingga efisiensi energi dan kualitas pengasapan semakin terjamin. Implementasi alat ini di sektor usaha kecil perlu didukung dengan pelatihan teknis bagi pengguna serta akses pembiayaan untuk investasi awal guna mendorong adopsi teknologi secara lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Sukardi, R., 2021, Energi Terbarukan dan Potensinya di Indonesia. *Jurnal Energi Hijau*, 12(1), 15-23.
- Maulidina, D., & Hadi, W., 2019, Prinsip Dasar Solar Cell Sebagai Energi Terbarukan. *Jurnal Teknologi Energi Terbarukan*, 10(2), 78-84.
- Aryani, S., 2020, Metode Pengasapan Ikan: Pengaruhnya Terhadap Kualitas Produk Akhir. *Jurnal Pengolahan Pangan Tradisional*, 5(2), 45-52.
- Ramadhan, T., & Putra, R., 2018, Pengembangan Alat Pengasapan Ikan Otomatis Menggunakan Mikrokontroler. *Jurnal Teknologi Pengolahan Ikan*, 9(3), 58-66.
- Wicaksono, D., Hartono, S., & Lestari, E., 2021, Teknologi Kontrol Otomatis dalam Pengasapan Ikan. *Jurnal Teknologi Pangan Otomatis*, 7(1), 23-31.
- Salim, B., & Kurniawan, A., 2020, Sistem Kontrol Berbasis Mikrokontroler pada Proses Pengasapan Ikan. *Jurnal Teknologi dan Sains Pengolahan Ikan*, 6(2), 33-39.
- Rahayu, N., 2019, Pemanfaatan Energi Terbarukan pada Industri Pangan: Efisiensi Energi dan Dampaknya. *Jurnal Ekonomi Hijau*, 3(4), 51-59.