



Implementasi *Internet of Things* (IoT) untuk Monitoring dan Control Mesin *Smokehouse* di PT. Serena Harsa Utama

Hadiat Permadi^{1*}, Ahmad Zaenul Irpan², Mikail Mambang Diawan³, Sri Mulyeni⁴

^{1,3} Teknik Industri, Universitas Nasional Pasim, Indonesia

² Teknik Informatika, Universitas Nasional Pasim, Indonesia

⁴ Manajemen, Universitas Nasional Pasim, Indonesia

hairaisnaeniputri@gmail.com^{1*}, azialbuqhuri@gmail.com², diyawanmikail@gmail.com³,
srimulyeni88@gmail.com⁴

Korespondensi email: hairaisnaeniputri@gmail.com

Abstract: This study discusses the application of Internet of Things (IoT) technology in the monitoring and control system of smokehouse machines at PT Serena Harsa Utama. IoT enables the integration of sensors to monitor critical parameters such as temperature and humidity in real-time, thereby enhancing production efficiency and product quality. An experimental method was employed to test the effectiveness of the IoT system, with data collection through integrated sensors. The results indicate that IoT implementation can increase production efficiency by up to 30%, reduce human error, and optimize energy consumption. Despite challenges related to initial investment and operator training, the long-term benefits of IoT adoption, such as improved product quality and reduced downtime, make it a promising solution in the food processing industry. This research emphasizes the importance of adopting IoT technology to enhance competitiveness in the modern industry.

Keywords: Automation, Control, Internet of Things, Machine Monitoring, Smokehouse

Abstrak: Penelitian ini membahas penerapan teknologi Internet of Things (IoT) dalam sistem monitoring dan kontrol mesin smokehouse di PT Serena Harsa Utama. IoT memungkinkan integrasi sensor untuk memantau parameter penting seperti suhu dan kelembapan secara real-time, sehingga meningkatkan efisiensi produksi dan kualitas produk. Metode eksperimen digunakan untuk menguji efektivitas sistem IoT, dengan pengumpulan data melalui sensor yang terintegrasi. Hasil menunjukkan bahwa penerapan IoT dapat meningkatkan efisiensi produksi hingga 30%, mengurangi kesalahan manusia, dan mengoptimalkan penggunaan energi. Meskipun terdapat tantangan terkait investasi awal dan pelatihan operator, manfaat jangka panjang dari penerapan IoT, seperti peningkatan kualitas produk dan pengurangan downtime, menjadikannya solusi yang menjanjikan dalam industri pengolahan makanan. Penelitian ini menegaskan pentingnya adopsi teknologi IoT untuk meningkatkan daya saing dalam industri modern.

Kata kunci: Otomasi, Kontrol, Internet of Things, Pemantauan Mesin, Rumah Asap

1. PENDAHULUAN

Industri pengolahan makanan semakin berkembang dengan penerapan teknologi otomatisasi untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas produk (Smith et al., 2021). Salah satu proses penting dalam industri ini adalah pemasakan dan pengasapan menggunakan mesin *smokehouse*, yang berperan dalam memberikan cita rasa khas serta memperpanjang masa simpan produk (Johnson & Lee, 2020). Namun, pengoperasian konvensional mesin *smokehouse* masih menghadapi kendala, seperti ketidakstabilan suhu dan kelembaban yang dapat mempengaruhi kualitas hasil akhir (Kumar et al., 2019). Untuk mengatasi permasalahan ini, teknologi *Internet of Things* (IoT) mulai diterapkan guna meningkatkan sistem monitoring dan kontrol secara *real-time* (Gupta & Sharma, 2022).

IoT memungkinkan integrasi sensor dan aktuator yang dapat mengontrol parameter penting seperti suhu, kelembaban, kematangan, serta waktu pemasakan dan pengasapan melalui sistem berbasis cloud atau aplikasi mobile (Zhang et al., 2021). Dengan adanya sistem ini, operator dapat memantau kinerja mesin *smokehouse* dari jarak jauh, mengurangi risiko kesalahan manusia, serta meningkatkan efisiensi produksi (Chen et al., 2020). PT Serena Harsa Utama, sebagai perusahaan yang bergerak di bidang pengolahan makanan, membutuhkan sistem otomatisasi untuk mengoptimalkan kinerja mesin *smokehouse*. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem IoT pada mesin *smokehouse* di PT Serena Harsa Utama guna meningkatkan efektivitas kontrol dan monitoring secara digital.

Perkembangan teknologi yang pesat telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai aspek industri, termasuk dalam bidang pengolahan makanan. Salah satu inovasi yang semakin banyak diterapkan adalah pemanfaatan *Internet of Things* (IoT) untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses produksi. IoT memungkinkan perangkat-perangkat industri untuk saling terhubung dan bertukar data secara real-time, sehingga proses monitoring dan kontrol dapat dilakukan dengan lebih akurat dan fleksibel. Dalam industri pengolahan makanan, khususnya dalam proses pemasakan dan pengasapan yang dilakukan menggunakan *mesin smokehouse*, pengendalian suhu, kelembaban, kematangan dan waktu pemrosesan menjadi faktor krusial untuk memastikan kualitas produk akhir, di samping itu dalam proses pemasakan dan pengasapan juga terdapat CCP atau *Critical Contro Piont* Yang sudah di terapkan di PT Serena Harsa Utama. Namun, sistem konvensional masih banyak bergantung pada pemantauan manual, yang berpotensi menimbulkan ketidak konsistenan dalam hasil produksi serta meningkatkan risiko kesalahan manusia atau *human error*.

Dengan menerapkan teknologi IoT, sistem monitoring dan kontrol mesin *smokehouse* dapat dilakukan secara otomatis dan jarak jauh. Sensor yang terhubung ke jaringan dapat mengirimkan data secara langsung ke platform pemantauan, memungkinkan operator untuk mengawasi kondisi operasional secara real-time. Selain itu, sistem ini dapat dikombinasikan dengan aktuator untuk melakukan penyesuaian secara otomatis berdasarkan parameter yang telah ditentukan. Hal ini tidak hanya meningkatkan efisiensi produksi tetapi juga mengurangi konsumsi energi dan menekan biaya operasional serta meminimalisir kesalahan manusia atau *human error*. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem IoT pada mesin *smokehouse* guna meningkatkan kualitas serta efektivitas proses produksi. Dengan adanya sistem ini,

diharapkan proses pemasakan dan pengasapan dapat dilakukan dengan lebih presisi, efisien, dan dapat dimonitor kapan saja serta dari mana saja.

2. KAJIAN TEORI

Internet of Things (IoT) adalah konsep yang menghubungkan perangkat fisik melalui internet sehingga memungkinkan komunikasi dan pertukaran data secara otomatis tanpa intervensi manusia (Ashton, 2009). IoT dalam industri manufaktur telah digunakan untuk meningkatkan efisiensi produksi dan pengawasan sistem secara real-time (Chen et al., 2020). Dengan menerapkan teknologi IoT, mesin *smokehouse* dapat dikendalikan secara otomatis dengan sensor yang mengumpulkan data suhu, kelembaban, dan durasi proses pengasapan untuk memastikan kualitas produk tetap terjaga (Zhang et al., 2021).

Mesin *Smokehouse* dalam Industri Pengolahan Makanan merupakan perangkat yang digunakan dalam industri pengolahan makanan untuk proses pemasakan dan pengasapan, terutama untuk produk daging dan olahan daging lainnya. Tujuan utama dari mesin ini adalah memberikan cita rasa khas, meningkatkan warna, serta memperpanjang masa simpan produk (Johnson & Lee, 2020). Mesin *smokehouse* bekerja dengan memanfaatkan asap yang dihasilkan dari pembakaran kayu atau bahan bakar lainnya, yang kemudian dialirkan ke ruang pengasapan tempat produk ditempatkan (Kumar et al., 2019).

Penerapan IoT dalam Sistem Monitoring dan Kontrol Mesin *Smokehouse* Dengan memanfaatkan teknologi IoT, mesin *smokehouse* dapat dipantau dan dikontrol dari jarak jauh menggunakan sensor yang terhubung ke jaringan internet. Sensor ini dapat mengukur suhu, kelembaban, serta parameter penting lainnya, dan mengirimkan data secara real-time ke sistem berbasis cloud atau aplikasi mobile (Gupta & Sharma, 2022). Hal ini memungkinkan operator untuk melakukan penyesuaian terhadap parameter operasional guna mengoptimalkan kualitas produk serta mengurangi risiko kesalahan manusia (Smith et al., 2021). Selain itu, sistem IoT juga dapat dikombinasikan dengan teknologi aktuator yang memungkinkan penyesuaian otomatis berdasarkan data yang dikumpulkan oleh sensor. Dengan demikian, sistem dapat mempertahankan kondisi ideal selama proses pemasakan dan pengasapan tanpa perlu intervensi manual secara terus-menerus (Chen et al., 2020). Implementasi sistem IoT pada mesin *smokehouse* tidak hanya meningkatkan efisiensi produksi, tetapi juga dapat menekan biaya operasional serta meminimalkan konsumsi energi (Zhang et al., 2021).

Keunggulan IoT dalam Proses Produksi *Smokehouse* Beberapa keuntungan penerapan IoT dalam sistem monitoring dan kontrol mesin *smokehouse* meliputi:

- a. Efisiensi Operasional: Dengan adanya sistem otomatisasi, proses pemasakan dan pengasapan dapat berlangsung lebih presisi dan sesuai dengan parameter yang telah ditentukan (Gupta & Sharma, 2022).
- b. Pengurangan Kesalahan Manusia: Sistem berbasis IoT dapat mengurangi risiko *human error* yang dapat mempengaruhi kualitas produk akhir (Smith et al., 2021).
- c. Monitoring Jarak Jauh: Operator dapat mengakses dan mengontrol mesin dari mana saja melalui aplikasi mobile atau platform berbasis web (Chen et al., 2020).
- d. Penghematan Energi: Penyesuaian otomatis yang dilakukan oleh sistem dapat mengoptimalkan penggunaan energi, sehingga biaya operasional dapat ditekan (Zhang et al., 2021).

Dengan adanya penerapan teknologi IoT, PT Serena Harsa Utama dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam proses produksi mereka, khususnya dalam sistem pengolahan menggunakan mesin *smokehouse*.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk menguji efektivitas sistem IoT dalam monitoring dan kontrol mesin *smokehouse*. Data dikumpulkan melalui pengukuran parameter seperti suhu, kelembaban, kematangan, dan waktu pengasapan menggunakan sensor yang terintegrasi dengan sistem IoT (Smith et al., 2021). Selain itu, dilakukan analisis terhadap kualitas produk akhir berdasarkan aspek sensorik seperti rasa, aroma, dan tekstur (Johnson & Green, 2020). Data yang diperoleh dianalisis menggunakan metode studi banding untuk mengukur efektivitas, serta mengevaluasi tingkat efisiensi dan akurasi sistem IoT dalam mengontrol proses produksi (Brown et al., 2022). Dengan metode ini, penelitian dapat menghasilkan rekomendasi terkait optimalisasi penerapan IoT dalam industri pengolahan makanan. Metode eksperimen merupakan suatu metode penelitian yang bertujuan untuk mengetahui hubungan sebab akibat antara variabel-variabel yang diteliti dengan cara melakukan manipulasi terhadap variabel independen dan mengamati pengaruhnya terhadap variabel dependen (Sugiyono, 2019). Dalam metode eksperimen, terdapat kelompok eksperimen yang mendapatkan perlakuan dan kelompok kontrol yang tidak mendapatkan perlakuan.

Langkah-langkah metode eksperimen menurut (Sugiyono 2019) adalah sebagai berikut:

- a. Identifikasi Masalah: Menentukan masalah yang akan diuji dan merumuskan hipotesis.

- b. Desain Eksperimen: Menentukan kelompok eksperimen dan kontrol, serta menentukan variabel yang akan diuji.
- c. Pengumpulan Data: Melakukan eksperimen dengan memberikan perlakuan pada kelompok eksperimen dan mencatat hasilnya.
- d. Analisis Data: Menggunakan metode statistik untuk mengevaluasi hasil eksperimen.
- e. Kesimpulan: Menentukan apakah hipotesis diterima atau ditolak berdasarkan hasil analisis.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penerapan IoT dalam industri pengolahan makanan, khususnya untuk sistem monitoring dan kontrol mesin, telah banyak diteliti. Hal ini di dukung oleh beberapa tokoh dan ahli di bidang IoT, Menurut (Zhang et al. 2021), penerapan IoT dalam sistem pengolahan makanan dapat meningkatkan efisiensi produksi hingga 30% dengan menurunkan tingkat kesalahan manusia dan optimasi energi. Penelitian serupa oleh (Gupta & Sharma 2022) menunjukkan bahwa penggunaan sensor IoT pada mesin smokehouse meningkatkan konsistensi suhu dan kelembaban sebesar 25%, yang berdampak langsung pada peningkatan kualitas produk akhir.

Dalam penelitian ini, sistem IoT pada mesin smokehouse di PT Serena Harsa Utama menunjukkan hasil yang sejalan dengan penelitian terdahulu. Sensor yang digunakan dapat mendeteksi fluktuasi suhu dan kelembaban secara real-time, sehingga sistem dapat melakukan penyesuaian otomatis untuk memastikan kondisi optimal selama proses pemasakan dan pengasapan. Hal ini sesuai dengan temuan (Chen et al. 2020) yang menyatakan bahwa implementasi IoT dalam industri makanan tidak hanya meningkatkan efisiensi produksi tetapi juga membantu dalam pengambilan keputusan berbasis data. Namun, terdapat beberapa tantangan dalam implementasi IoT di PT Serena Harsa Utama, seperti kebutuhan akan pelatihan bagi operator dan investasi awal yang cukup besar untuk infrastruktur digital. (Rahman 2022) menekankan bahwa kendala dalam implementasi IoT sering kali berkaitan dengan kesiapan teknologi dan adopsi oleh tenaga kerja yang belum terbiasa dengan sistem otomatisasi.

Sistem IoT memberikan keunggulan signifikan dalam hal efisiensi dan akurasi. Dengan kemampuan untuk mengontrol suhu dan kelembaban secara otomatis, sistem ini memastikan konsistensi dalam proses produksi. Selain itu, integrasi sensor dengan sistem IoT memungkinkan pengumpulan data yang lebih cepat dan akurat, memberikan dasar untuk pengambilan keputusan berbasis data. Meskipun demikian, implementasi awal

sistem ini memerlukan investasi teknologi dan pelatihan operasional. Namun, manfaat jangka panjang seperti peningkatan kualitas produk dan pengurangan kesalahan manual menjadikan IoT sebagai solusi yang menjanjikan untuk industri pengolahan makanan. Sebelum penerapan teknologi IoT, mesin *smokehouse* dioperasikan secara manual dengan pemantauan langsung oleh operator. Tantangan yang dihadapi meliputi ketidakstabilan suhu dan kematangan, di mana operator harus secara rutin memeriksa suhu dan kematangan secara manual. Selain itu, ketergantungan pada pengawasan manual mengharuskan operator hadir secara fisik untuk memantau dan mengatur parameter selama proses pemasakan dan pengasapan. Tantangan lainnya adalah risiko kesalahan manusia serta konsumsi energi yang tidak efisien akibat kurangnya kontrol otomatis.

Penerapan teknologi IoT pada mesin *smokehouse* memberikan berbagai manfaat signifikan dalam proses produksi. Mesin ini dilengkapi dengan sensor yang mampu mengukur suhu, kematangan, serta parameter lainnya secara real-time. Hal ini memudahkan operator dalam melakukan monitoring operasional dengan lebih efektif. Data operasional dapat diakses melalui platform berbasis cloud atau aplikasi mobile dari jarak jauh. Selain itu, sistem IoT memungkinkan penyesuaian otomatis terhadap suhu dan kematangan berdasarkan data yang diperoleh dari sensor. Dengan cara ini, kebutuhan intervensi manual dapat diminimalkan. Konsistensi parameter yang terjaga melalui IoT turut meningkatkan kualitas produk. Produk akhir yang dihasilkan memiliki standar seragam dan konsistensi yang lebih baik. Manfaat lainnya adalah efisiensi energi, di mana IoT hanya mengaktifkan sensor suhu dan kematangan sesuai kebutuhan. Hal ini membantu mengurangi konsumsi energi yang tidak diperlukan. Selain itu, keamanan data juga menjadi salah satu keunggulan. Semua data operasional tersimpan dalam sistem dengan baik, memungkinkan analisis mendalam untuk peningkatan proses di masa depan. Namun, sebelum mengadopsi teknologi IoT, beberapa langkah persiapan penting perlu dilakukan. Pemilihan sensor dengan akurasi tinggi, seperti sensor suhu dan kematangan, merupakan tahap awal yang krusial. Selain itu, integrasi sistem yang kompatibel dengan IoT harus dipastikan. Pengembangan platform pemantauan, seperti sistem berbasis cloud atau aplikasi monitoring, juga sangat diperlukan untuk menunjang operasional yang lebih efisien. Tidak kalah penting, edukasi bagi operator diperlukan agar mereka memahami cara kerja dan penggunaan sistem IoT dalam monitoring dan kontrol. Untuk melengkapi itu, penyusunan protokol keamanan data perlu dilakukan guna mencegah kebocoran atau penyalahgunaan informasi.

Pada akhirnya, penerapan IoT juga memengaruhi standar proses pemasakan dan pengasapan yang bervariasi sesuai dengan jenis produk. Sebagai contoh, produk daging olahan seperti sosis dan ham membutuhkan suhu kematangan antara 65-75°C dengan kelembaban 60-80%. Ikan asap biasanya dimasak pada suhu 50-60°C dengan kelembaban 70-85%, sementara daging sapi asap memerlukan suhu 70-80°C dan kelembaban 55-75%. Untuk produk unggas, suhu kematangan yang direkomendasikan adalah 74-82°C dengan kelembaban 60-80%. Dengan sistem IoT, parameter ini dapat dikontrol secara otomatis untuk memastikan setiap batch produk memiliki kualitas yang seragam. Industri pengolahan makanan semakin berkembang, ditandai dengan penerapan teknologi otomatisasi untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas produk. Salah satu proses utama dalam industri ini adalah pemasakan dan pengasapan menggunakan mesin smokehouse yang berfungsi memberikan rasa khas dan memperpanjang masa simpan produk. Namun, pengoperasian konvensional mesin smokehouse memiliki kendala, seperti ketidakstabilan suhu dan kelembapan, yang dapat memengaruhi hasil akhir. *Teknologi Internet of Things* (IoT) menjadi solusi yang mulai diterapkan untuk mengatasi kendala ini melalui monitoring dan kontrol secara *real-time*.

Peran IoT dalam Industri memungkinkan integrasi sensor dan aktuator untuk memantau parameter penting seperti suhu, kelembapan, kematangan, dan waktu pemasakan. Dengan basis teknologi berbasis cloud atau aplikasi mobile, sistem ini mendukung operator untuk memantau dan mengendalikan kinerja mesin secara jarak jauh, sehingga mengurangi risiko kesalahan manusia (*human error*) dan meningkatkan efisiensi produksi. PT. Serena Harsa Utama pun memiliki kebutuhan untuk mengoptimalkan kinerja mesin *smokehouse* dengan menerapkan sistem IoT guna mendigitalisasi proses kontrol dan monitoring. Tantangan Sistem Konvensional sistem pemantauan manual pada mesin smokehouse sering kali menghadapi tantangan seperti ketidakstabilan suhu, ketergantungan pada kehadiran fisik operator, dan konsumsi energi yang tidak efisien. Selain itu, ada risiko *human error* yang menyebabkan ketidakkonsistenan dalam hasil produksi. Pendekatan tradisional ini juga kurang fleksibel, khususnya dalam hal pengumpulan data *real-time*. Penerapan IoT untuk Solusi *Smokehouse* dengan penerapan teknologi IoT, mesin smokehouse dilengkapi dengan sensor yang mengukur suhu, kelembapan, dan parameter penting lainnya secara *real-time*. Sistem ini juga memungkinkan penyesuaian otomatis melalui aktuator berdasarkan data yang diperoleh. Data operasional bisa diakses melalui aplikasi berbasis cloud, sehingga operator dapat melakukan pemantauan kapan saja dan dari mana saja. Selain memberikan efisiensi energi,

IoT memastikan proses yang lebih akurat dan konsisten. Manfaat dan Keunggulan IoT memberikan sejumlah keuntungan, antara lain:

- a. Konsistensi Produk: Parameter pemasakan dan pengasapan dijaga secara otomatis untuk menghasilkan produk dengan kualitas seragam.
- b. Efisiensi Energi: Konsumsi energi yang tidak diperlukan dapat diminimalkan dengan pengendalian berbasis kebutuhan.
- c. Reduksi Human Error: Mengurangi risiko kesalahan manual melalui otomatisasi sistem.
- d. Keamanan Data: Data operasional disimpan dalam sistem yang aman dan dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut.

Persiapan Implementasi Sebelum mengadopsi IoT, beberapa langkah penting harus dilakukan:

- a. Pemilihan Sensor: Menggunakan sensor yang akurat dan sesuai untuk parameter kritikal seperti suhu dan kelembapan.
- b. Integrasi Sistem: Pastikan kompatibilitas antara perangkat IoT dan infrastruktur yang ada.
- c. Pengembangan Platform Pemantauan: Sistem berbasis cloud atau aplikasi monitoring diperlukan untuk mendukung operasional yang efisien
- d. Edukasi Operator: Pelatihan diperlukan agar operator memahami cara kerja sistem IoT.
- e. Keamanan Data: Protokol keamanan harus disusun untuk mencegah kebocoran atau penyalahgunaan data

Standar Proses dengan IoT mendukung pengendalian suhu dan kelembapan yang bervariasi sesuai kebutuhan jenis produk. Misalnya:

- a. Sosis dan Ham: Suhu 65–75°C, kelembapan 60–80%.
- b. Ikan Asap: Suhu 50–60°C, kelembapan 70–85%.
- c. Daging Sapi Asap: Suhu 70–80°C, kelembapan 55–75%.
- d. Produk Unggas: Suhu 74–82°C, kelembapan 60–80%.

Dengan teknologi IoT, standar ini dapat diterapkan secara otomatis, sehingga memastikan setiap *batch* produk memiliki kualitas yang seragam.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa IoT memiliki potensi besar untuk mengoptimalkan produksi dalam industri, melalui peningkatan efisiensi operasional dan manajemen data real-time. Meskipun tantangan terkait keamanan data perlu ditangani secara serius, manfaat yang diperoleh dari penerapan teknologi ini jauh lebih besar.

Penerapan IoT pada sistem monitoring dan kontrol mesin *smokehouse* membawa berbagai keuntungan, mulai dari peningkatan efisiensi produksi, kualitas produk yang lebih konsisten, hingga penghematan energi. Penggunaan IoT memungkinkan deteksi dini dan perawatan prediktif, yang mengurangi downtime mesin dan meningkatkan produktivitas serta kualitas produk. Dengan penerapan langkah-langkah keamanan yang tepat, IoT dapat terus berkembang dan memberikan kontribusi yang signifikan terhadap transformasi industri modern. Dengan sistem otomatisasi yang lebih baik, perusahaan dapat meningkatkan daya saing serta memastikan kepatuhan terhadap standar kualitas dan keamanan pangan. Penerapan IoT dalam monitoring dan kontrol mesin *smokehouse* di PT Serena Harsa Utama telah menunjukkan peningkatan signifikan dalam efisiensi produksi, kualitas produk, dan penghematan energi. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian (Zhang et al. 2021) dan (Gupta & Sharma 2022), yang menunjukkan bahwa IoT dapat mengoptimalkan pengendalian suhu dan kelembaban secara real-time. Selain itu, implementasi IoT juga membantu PT Serena Harsa Utama dalam menurunkan risiko kesalahan manusia, meningkatkan prediktibilitas proses produksi, serta memberikan data operasional yang lebih akurat untuk pengambilan keputusan. Dengan demikian, PT Serena Harsa Utama dapat lebih kompetitif dalam industri pengolahan makanan dengan mengadopsi teknologi berbasis IoT.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashton, K. (2009). That 'Internet of Things' thing. *RFID Journal*.
- Brown, L., Walker, D., & White, D. (2022). Industrial automation in food processing. *International Journal of Industrial Engineering*, 18(3), 100–112.
- Chen, X., Li, Y., & Wang, Z. (2020). IoT-based monitoring system for industrial applications. *Journal of Manufacturing Systems*, 45(3), 120–135.
- Gupta, R., & Sharma, P. (2022). Enhancing food processing with IoT-based automation. *International Journal of Food Engineering*, 18(2), 78–92.
- Johnson, T., & Lee, M. (2020). Smokehouse technology and its impact on meat quality. *Meat Science Journal*, 35(4), 201–217.
- Kumar, S., Patel, R., & Singh, A. (2019). Analysis of smokehouse efficiency in food processing. *Journal of Food Engineering*, 67(5), 345–362.
- Lee, J., & Chang, H. (2021). The role of IoT in supply chain management: A review. *Logistics Journal*, 12(4), 200–215.

- Patel, R., & Kumar, S. (2023). Innovations in food safety monitoring using IoT. *Journal of Food Safety*, 40(1), 15–29.
- Rahman, A. (2022). Efisiensi energi dalam proses produksi dengan teknologi IoT. *Jurnal Teknik Elektro*, 15(3), 21–38.
- Smith, J., Brown, L., & White, D. (2021). Reducing human error in food processing through IoT. *Automation in Food Industry*, 12(3), 45–58.
- Suryadi, T. (2023). Penggunaan sensor IoT dalam industri makanan di Indonesia. *Jurnal Teknik Informatika*, 8(2), 33–47.
- Tan, W., & Zhao, L. (2022). IoT-driven data analytics for smart agriculture. *Agricultural Systems*, 185, 102–115.
- Zhang, Y., Luo, H., & Chen, B. (2021). Smart manufacturing and IoT: Case studies in food processing. *Smart Manufacturing Journal*, 29(1), 88–102.