

Jurnal Artikel

Perancangan dan Simulasi Distribusi Temperatur dan Kecepatan Udara pada Mesin Pemanggang Ayam

Ridwan^{1*}, Ahlan Husaini Al - Farid², Rudi Irawan³

^{1,2,3} Program studi Teknik Mesin, Universitas Gunadarma

¹ridwan@staff.gunadarma.ac.id; ²ahlanhusaeniaf@gmail.com; ³rirawan2010@gmail.com

*Corresponding author-Email: ridwan@staff.gunadarma.ac.id

Abstrak

Pemanggang ayam (*rotisserie*) merupakan alat yang digunakan untuk memasak atau memanggang ayam secara merata dengan sistem pemanasan berputar. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis distribusi temperatur dan udara dalam ruang pemanggang dengan berbasis simulasi Computational Fluid Dynamics (CFD) menggunakan perangkat lunak SolidWorks/flow simulation. Perancangan alat pemanggang dilakukan dengan mempertimbangkan aspek distribusi temperatur, distribusi kecepatan udara, dan ketahanan material untuk memastikan hasil pemanggangan yang optimal. Ruang pemanggang yang dirancang memiliki dimensi 950 mm × 493 mm × 996 mm dengan ketebalan plat 2 mm dan menggunakan material Stainless Steel AISI 304 yang memiliki ketahanan terhadap panas dan korosi yang baik. Sumber panas utama berasal dari gas burner infrared yang dirancang untuk menghasilkan distribusi temperatur dan kecepatan udara panas yang merata di dalam ruang pemanggang. Simulasi CFD dilakukan dengan tiga variasi kecepatan aliran udara, yaitu 0.5 m/det, 1 m/det, dan 1.5 m/det, untuk menganalisis distribusi temperatur dan distribusi aliran udara di dalam ruang pemanggang. Hasil simulasi menunjukkan bahwa variasi kecepatan aliran udara berpengaruh signifikan terhadap distribusi temperatur dalam ruang pemanggang. Pada kecepatan aliran udara 1.5 m/det, distribusi temperatur lebih merata dibandingkan dengan variasi lainnya, dengan suhu maksimum yang mendekati suhu optimal pemanggangan sebesar 175°C. Selain itu, kecepatan udara yang lebih tinggi membantu mempercepat proses pemanggangan dan tetap mempertahankan kestabilan suhu dalam ruang pemanggang.

Kata kunci: Distribusi temperatur, kecepatan udara, Simulasi

Abstract

Chicken roaster (*rotisserie*) is a tool used to cook or roast chicken evenly with a rotating heating system. This study aims to design and analyze the temperature and air distribution in the roasting chamber based on Computational Fluid Dynamics (CFD) simulation using SolidWorks/flow simulation software. The design of the roasting tool is carried out by considering aspects temperatur distribution, velocity distribution, and material resistance to ensure optimal roasting results. The designed roasting chamber has dimensions of 950 mm × 493 mm × 996 mm with a plate thickness of 2 mm, and uses the AISI 304 Stainless Steel material which is proven the heat resistant and corrosion. The main heat source comes from an infrared gas burner which is designed to produce an even temperature distribution in the roasting chamber. CFD simulations were carried out with three variations of air flow velocity, namely 0.5 m/s, 1 m/s, and 1.5 m/s, to analyze the temperature distribution and air flow distribution in the roasting chamber. The simulation results show that variations in air flow speed have a significant effect on temperature distribution in the roasting chamber. At an airflow velocity of 1.5 m/s, the temperature distribution is more even compared to other variations, with a maximum temperature approaching the optimal baking temperature of 175°C. In addition, higher air velocity can accelerate the baking process and maintain temperature stability in the baking chamber.

Key word: Temperature distribution, air velocity, simulation.

I. PENDAHULUAN

Pengolahan makanan yang higienis menjadi suatu keharusan untuk mendukung kehidupan yang sehat. Ayam merupakan salah satu menu masakan olahan yang digemari oleh masyarakat luas di Indonesia, dari berbagai kalangan mulai dari anak-anak sampai orang dewasa.

Makanan siap saji semakin populer di kalangan masyarakat modern yang memiliki pola hidup cepat dan praktis, (Haslindah, 2023). Salah satu varian makanan siap saji yang mendapatkan perhatian khusus adalah pemanggang ayam (*rotisserie*).

Pemanggangan merupakan salah satu teknik pengolahan makanan dari bahan mentah menjadi makanan yang layak konsumsi dengan cara meletakkan di atas bara api hingga terjadi perubahan warna, bentuk, rasa dan tekstur, serta mengeluarkan aroma yang khas. (Nazaruddin, N, 2022). Pemanggang adalah salah satu cara pengolahan makanan dari bahan mentah menjadi makanan yang dapat dikonsumsi. Proses pemanggangan dilakukan dengan meletakkan bahan mentah di atas bara api hingga matang dan siap dikonsumsi (Rinaldi, 2025).

Kadar air pada daging ayam broiler mentah umumnya berkisar antara 70% hingga 75%. Daging ayam mentah yang memiliki kadar air yang tinggi, lebih rentan terhadap kerusakan akibat pertumbuhan mikroorganisme. (Rahayu et al, 2020). Kadar air pada ayam mentah dapat berbeda tergantung pada berbagai faktor, termasuk jenis ayam, usia ayam, dan kondisi penyimpanan. (Saláková, A. et al, 2009)

Kadar air pada ayam panggang dapat mencapai 80%, kandungan air ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk jenis potongan ayam dan cara pengolahan. Proses pemanggangan dapat mengurangi kadar air karena adanya penguapan, (Tomasevic et al., 2018).

Proses pemanggangan merupakan metode menyiapkan makanan yang menggunakan panas kering, biasanya dalam oven, tetapi juga bisa dilakukan dengan bara api. Proses pemanggangan secara manual memang terlihat sederhana, namun membutuhkan keahlian dalam prosesnya (Rinaldi, 2025). Banyak konsumen yang lebih memilih membeli daripada mengolahnya sendiri, sehingga banyak rumah makan yang menjual makanan dengan cara dipanggang.

Pengolahan ayam dengan memanggang dapat meningkatkan kualitas dan rasa, serta diyakini lebih sehat dibanding cara pengolahan lainnya. Mesin pemanggang dirancang dengan mempertimbangkan efisiensi perpindahan panas, daya tahan material terhadap suhu tinggi, serta mekanisme rotasi yang stabil, (Herlangga, D., 2024)

Sistem rotasi pada mesin pemanggang dapat meningkatkan kualitas pemanggangan dengan distribusi suhu yang lebih merata, sehingga daging matang secara keseluruhan merata tanpa bagian yang terlalu kering/hangus atau kurang matang, (Syska, K., 2020), (Yulisman, R. 2023).

Stainless steel AISI 304 adalah salah satu paduan *stainless steel* yang paling banyak digunakan di berbagai industri. Paduan ini mengandung sekitar 18% kromium (Cr) dan 8% nikel (Ni), yang memberikan ketahanan korosi yang baik, ketahanan terhadap oksidasi, serta sifat mekanik yang unggul. *Stainless steel* merupakan baja paduan yang mengandung sedikitnya 11,5% krom berdasarkan beratnya. *Stainless Steel* memiliki sifat tidak mudah korosi seperti logam baja lainnya (Sumarji S, 2011). Material ini memiliki sifat-sifat yang ideal untuk kontak langsung dengan makanan, seperti ketahanan korosi yang tinggi, kemudahan pembersihan, dan ketahanan terhadap kontaminasi.

Pada penelitian dilakukan perancangan ruang pemanggang, dengan sistem putar/rotasi. Sirkulasi udara panas yang berasal dari burner infrared divariasikan untuk mendapatkan distribusi temperatur dan distribusi kecepatan dalam ruang pengering yang paling optimal.

II. METODE PENELITIAN

Perancangan pemanggang ayam dengan kapasitas 15 ekor ayam sekali proses pemanggan, yang terdiri tiga susunan/baris garpu (fork), dimana masing masing garpu ditancapkan/disusun 5 ekor ayam, dengan massa ayam yang dipanggang masing-masing 1 kg. Ruang pemanggang memiliki dimensi 950 mm × 493 mm × 996 mm dengan ketebalan plat 2 mm, dan menggunakan material Stainless Steel AISI 304.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Setelah dilakukan perancangan dan pembuatan Gambar 2D dan 3 D maka dilakukan simulasi terhadap distribusi temperatur dan distribusi kecepatan udara

dalam ruang pengering berbantu perangkat lunak CFD flow simulation/Solidworks, sebagaimana diagram alir/flow chart penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

Penggunaan alat bantu berupa perangkat lunak CFD dapat membantu menganalisis dan mendapkan fenomena distribusi temperatur dan profil kecepatan baik dalam ruang tertutup maupun ruang terbuka, (Bahari, G et. Al, 2025)



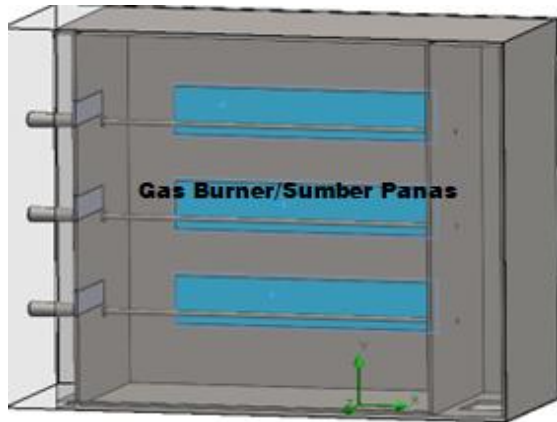
Gambar 2. Tampak muka alat pemanggang

Ruang pemanggangan sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 2. Produk berupa ayam dimasukkan dalam ruang pemanggang secara bersamaan, dengan jumlah total 15 ekor.

Ayam terus diputar oleh poros yang ada pada motor listrik yang dihubungkan dengan sabuk (belt) yang terhubung langsung dengan tempat ayam dipasang/ditusuk, jumlahnya sebanyak tiga unit/ tiga susun. Ayam akan terus menerus diputar secara otomatis, dan pada waktu bersamaan udara panas yang bersumber dari pusat burner infrared dihembus/dialirkan udara panas dari bagian belakang ruang pemanggang.

Perancangan pemanggang harus memperhatikan faktor antropometri agar peralatan produksi yang dihasilkan saat digunakan sesuai dengan lebih proporsional

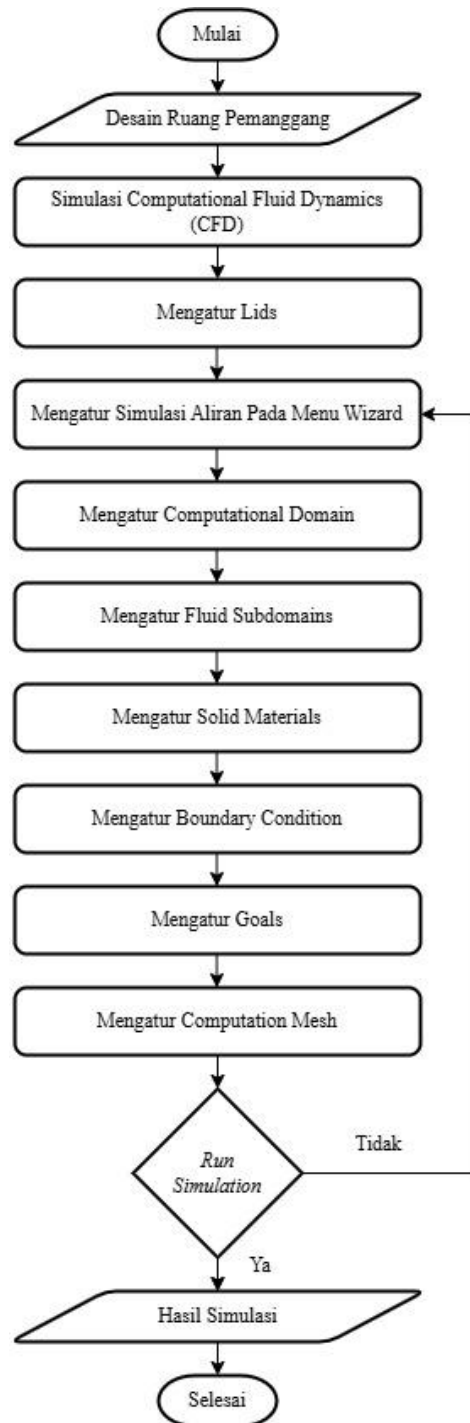
dan sesuai lingkungan kerja serta lebih optimal dimensi dan model, (Arif, M., & Ramadani, D. M. (2021).



Gamba3. Gas Burner Infrared Pada ruang Pemanggang

Pada Gambar 3 terlihat Posisi penempatan sumber panas berupa gas burner infrared dengan suhu inti 170 °C, hembusan atau aliran udara panas dari gas burner, dilakukan 3 variasi kecepatan udara yakni: 0,5 m/det; 1,0 m/det dan 1.5 m/det

Proses pelaksanaan simulasi dalam ruang pemanggang dapat dilihat pada Gambar 4.

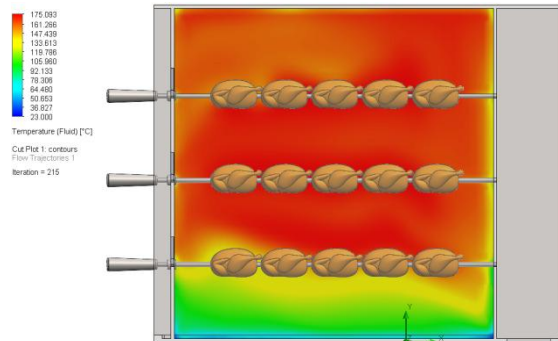


Gambar 4. Flow Chart Proses simulasi

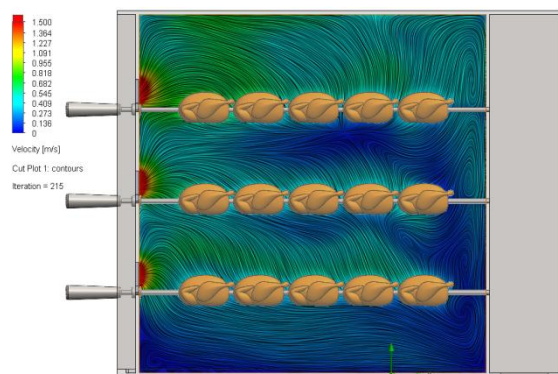
Simulasi dilakukan berbasis *Computational Fluid Dynamics (CFD)/ Flow Simulation* pada modul *solidworks software*, untuk menganalisis parameter distribusi temperatur (*Temperature distribution*), dan distribusi kecepatan (*Velocity distribution*) dala ruang pemanggang. Variasi kecepatan

inlet/udara panas yang bersumber dari burner diatur sebesar 0.5 m/det, 1.0 m/det, dan 1.5 m/det. Terdapat tiga burner infrared dengan temperatur masing-masing 175°C.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

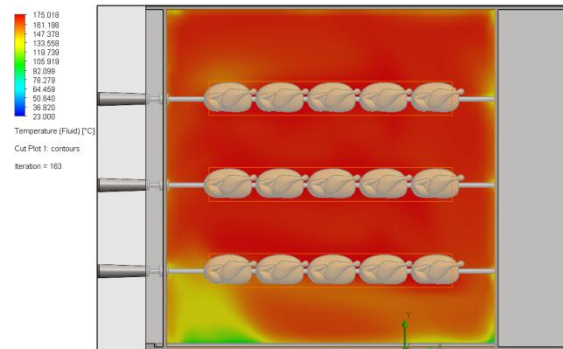


Gambar 5. Distribusi Temperatur ruang pemanggang pada kecepatan Udara burner 0,5 m/s

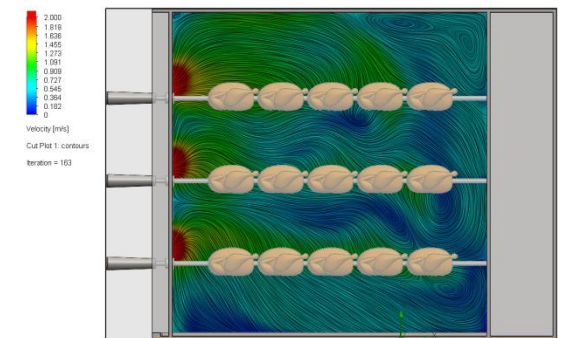


Gambar 6. Distribusi Kecepatan ruang pemanggang pada kecepatan Udara burner 0,5 m/s

Pada Gambar 5 dan Gambar 6 terlihat hasil simulasi distribusi temperatur dan distribusi kecepatan udara dalam ruang pemanggang, pada kecepatan aliran udara panas yang bersumber dari (burner) sebesar 0,5 m/s. Distribusi temperatur dan distribusi kecepatan udara panas terlihat kurang merata. Ayam pada garpu (fork) bagian bawah kurang mendapatkan distribusi panas dibanding pada sisi tengah dan sisi atas. Sehingga proses pematangan tidak seragam, ayam pada garpu (fork) tengah dan atas lebih cepat matang dibanding ayam yang ada garpu (fork) pada bagian bawah.

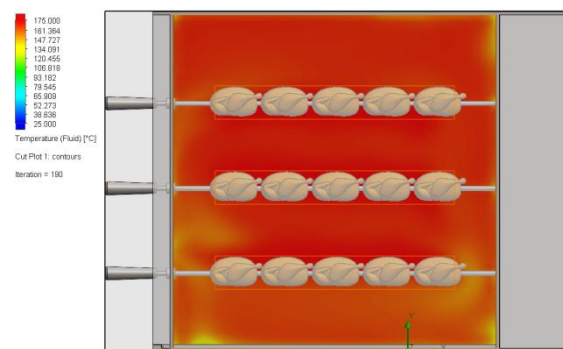


Gambar 7. Distribusi Temperatur ruang pemanggang pada kecepatan Udara burner 1 m/s

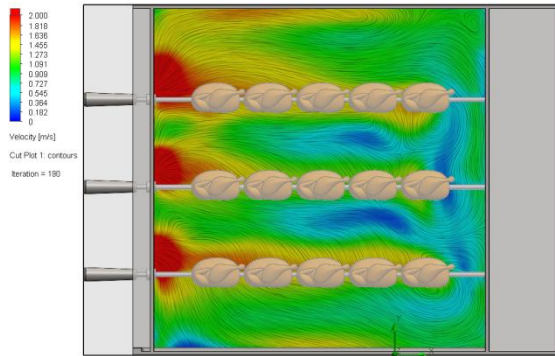


Gambar 8. Distribusi Kecepatan ruang pemanggang pada kecepatan Udara burner 1,0 m/s

Pada Gambar 7 dan Gambar 8 terlihat hasil simulasi distribusi temperatur dan distribusi kecepatan udara dalam ruang pemanggang, pada kecepatan aliran udara dari sumber panas (burner) sebesar 1,0 m/s. Distribusi temperatur dan distribusi kecepatan udara panas terlihat merata dibanding dengan pada kondisi kecepatan udara barner 0,5 m/det. Pada kecepatan aliran udara yang lebih tinggi udara panas sudah dapat menjangkau sebagian besar ayam (produk) yang dipanggang utamanya pada bagian bawah ruang pemanggang.



Gambar 9. Distribusi Temperatur ruang pemanggang pada kecepatan Udara burner 1,5 m/s



Gambar 10. Distribusi Kecepatan ruang pemanggang pada kecepatan Udara burner 1,5 m/s

Pada Gambar 8 dan Gambar 10 terlihat hasil simulasi distribusi temperatur dan distribusi kecepatan udara dalam ruang pemanggang, pada kecepatan aliran udara dari sumber panas (burner) sebesar 1,5 m/s. Distribusi temperatur dalam ruang pemanggang terlihat lebih terdistribusi secara merata, demikian juga distribusi udara panas dalam ruang terdistribusi secara baik dan merata dibanding hasil pada kondisi kecepatan hembusan udara panas dari burner 0,5 m/s dan hembusan/kecepatan udara 1,0 m/s. Kondisi ini dapat terjadi karena dengan kecepatan yang lebih tinggi partikel udara panas akan menimbulkan tekanan yang lebih tinggi, sehingga akan menyebabkan percampuran antar molekul/partikel dalam fluida lebih stabil dan merata, (Shi, s et. al, 2021). Hal ini sesuai juga dengan penelitian yang dilakukan oleh (Delfiya, D. A et al, 2022) yang menyatakan bahwa distribusi temperatur dipengaruhi oleh kecepatan atau laju udara dalam ruang pemanas atau ruang pengering, hal ini terjadi karena dengan kecepatan udara yang lebih tinggi terjadi percampuran antar molekul yang lebih merata dan cenderung lebih stabil.

Pada kecepatan udara panas yang lebih tinggi dalam ruang pemanggang dapat menyebabkan terjadinya kohesitas antar molekul-molekul udara yang mengalir sehingga terbentuk kondisi yang stabil dan panas merata dalam ruang tersebut, (Ridwan, 2024). Semakin tinggi kecepatan udara panas yang dihembuskan dari burner

maka jangkauan panas akan merata lebih baik, pada seluruh ruang pemanggang.

IV. KESIMPULAN

Telah berhasil dilakukan perancangan dan pembuatan Alat pemanggang ayam dengan kapasitas 15 Ekor sekali proses pemanggaan. Ruang pemanggang memiliki dimensi 950 mm × 493 mm × 996 mm dengan ketebalan plat 2 mm, material Stainless Steel AISI 304. Hasil simulasi menunjukkan bahwa variasi kecepatan aliran udara berpengaruh signifikan terhadap distribusi panas dalam ruang pemanggang. Pada kecepatan aliran udara 1.5 m/det, distribusi temperatur lebih merata dibandingkan dengan variasi lainnya, dengan suhu maksimum yang mendekati suhu optimal pemanggangan sebesar 175°C. Semakin tinggi kecepatan udara panas yang dihembuskan dari burner akan semakin baik hasil pemanggangan yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Arif, M., & Ramadani, D. M. (2021). Perancangan Alat Pemanggang Menggunakan Pendekatan Antropometri. *Jurnal Unitek*, 14(1), 38-46.
2. Bahari, G., Irawati, I. S., Hendaryanto, I. A., Pratiwi, I. A. P., Krisnaputra, R., & Wijoyo, J. B. (2025). Simulasi Computational Fluid Dynamics (CFD) untuk Optimalisasi Proses Perekatan pada Oven Bambu Laminasi. *Infotekmesin*, 16(1), 232-239.
3. Delfiya, D. A., Prashob, K., Murali, S., Alfia, P. V., Samuel, M. P., & Pandiselvam, R. (2022). Drying kinetics of food materials in infrared radiation drying: A review. *Journal of Food Process Engineering*, 45(6), e13810.

4. Haslindah, A., Arfandy, H., Zuhri, A., & ST, A. R. (2023). Rancang Bangun Teknologi Pemanggang Ayam Secara Otomatis. *Jurnal Teknologi dan Komputer (JTEK)*, 3(02), 304-307.
5. Herlangga, D., & Praswanto, D. H. (2024). Perancangan Sistem Transmisi Mesin Roasting Tipe Drum Tangensial Kapasitas 3 Kg. *Jurnal Mesin Material Manufaktur dan Energi*, 4(2), 291-296.
6. Nazaruddin, N., Abd, M., & Zulfadli, T. (2022). Teknologi Pemodelan Oven Pemanggangan Dengan Menggunakan Bahan Bakar Lpg Untuk Meningkatkan Hasil Produksi Kue Khas Aceh. *Jurnal Mekanova: Mekanikal, Inovasi dan Teknologi*, 8(2), 186-193.
7. Rahayu, P. I. S., Miwada, I. N. S., & Okarini, I. A. (2020). Efek marinasi ekstrak tepung batang kecombrang terhadap sifat fisik dan organoleptik daging broiler. *Majalah Ilmiah Peternakan*, 23(3), 118-123.
8. Ridwan, R., & Apriansa, F. (2024). Pengaruh Jumlah Saluran Udara Masuk Terhadap Distribusi Suhu Pada Ruang Pengering Tipe Rak Bertingkat. *Teknobiz: Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin*, 14(1), 41-46.
9. Rinaldy, R., Hasbaini, H., Saputra, D. S., & Ihsan, I. (2025). Alat Pemanggang dengan Tuas Pembalik. *SULIWA: Jurnal Multidisiplin Teknik, Sains, Pendidikan dan Teknologi*, 2(1), 1-8.
10. Saláková, A., Straková, E., Válková, V., Buchtová, H., & Steinhäuserová, I. (2009). Quality indicators of chicken broiler raw and cooked meat depending on their sex. *Acta Veterinaria Brno*, 78(3), 497-504.
11. Sumarji, S. (2011). Studi perbandingan ketahanan korosi stainless steel tipe SS 304 dan SS 201 menggunakan metode U-bend test secara siklik dengan variasi suhu dan Ph. *ROTOR*, 4(1), 1-8
12. Tomasevic, I., Novakovic, S., Solowiej, B., Zdolec, N., Skunca, D., Krocko, M., ... & Djekic, I. (2018). Consumers' perceptions, attitudes and perceived quality of game meat in ten European countries. *Meat science*, 142, 5-13.
13. Shi, S., Feng, J., An, G., Kong, B., Wang, H., Pan, N., & Xia, X. (2021). Dynamics of heat transfer and moisture in beef jerky during hot air drying. *Meat Science*, 182, 108638.
14. Syska, K., & Ropiudin, R. (2020). Perpindahan Panas pada Pengering Tipe Drum Berputar pada Kondisi Tanpa Beban. *Agroteknika*, 3(1), 1-15.
15. Yulisman, R. (2023). Perancangan mesin pemanggang sate dengan pembalik menggunakan transmisi rantai dan sproket. *JUS TEKNO (Jurnal Sains dan Teknologi)*, 7(1), 1-6.