

Pengaruh Variasi Suhu dan Waktu Pengeringan terhadap Efisiensi Mesin Oven Pengering Kerupuk

^{1*} Ahmad Abdurrois, ² Fatkur Rohman,

¹ Teknik Mesin, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹ahmadabdurrois@gmail.com, ²fatkurrohman@unpkediri.ac.id

Penulis Korespondens : Ahmad Abdurrois

Abstrak—Industri kerupuk di Indonesia menghadapi tantangan inkonsistensi kualitas produk akibat proses pengeringan yang belum optimal. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis pengaruh variasi suhu pengeringan terhadap efisiensi termal dan konsumsi bahan bakar LPG; (2) mengevaluasi dampak durasi waktu pengeringan terhadap laju penurunan kadar air; dan (3) menentukan kombinasi suhu dan waktu pengeringan paling optimal pada mesin oven pengering kerupuk tipe rak berbahan bakar LPG. Pendekatan eksperimental kuantitatif digunakan dengan variasi suhu 60°C, 70°C, dan 80°C serta durasi 30, 60, dan 90 menit. Tiga perlakuan memenuhi SNI 01-4307-1996 (kadar air $\leq 12\%$): 70°C/90 menit (KA=8,83%), 80°C/60 menit (KA=9,90%), dan 80°C/90 menit (KA=5,50%). Perlakuan 80°C/60 menit ditetapkan paling optimal dengan efisiensi termal 16,8% dan konsumsi LPG 114 gram.s

Kata Kunci—Efisiensi Termal, Kadar Air, Kerupuk, Mesin Oven Pengering, Suhu Pengeringan, Waktu Pengeringan

Abstract—The cracker industry in Indonesia faces product quality inconsistency due to suboptimal drying. This study aims to: (1) analyze the effect of drying temperature on thermal efficiency and LPG fuel consumption; (2) evaluate drying duration impact on moisture reduction rate; and (3) determine the optimal temperature-time combination on a rack-type LPG tray dryer. A quantitative experimental approach was used with temperatures 60°C, 70°C, 80°C and durations 30, 60, 90 minutes. Three treatments met SNI 01-4307-1996 (moisture $\leq 12\%$): 70°C/90 min (MC=8.83%), 80°C/60 min (MC=9.90%), and 80°C/90 min (MC=5.50%). The 80°C/60-minute treatment was most optimal with 16.8% thermal efficiency and 114 g LPG consumption.

Keywords—Cracker; Drying Oven Machine; Drying Temperature; Drying Time; Moisture Content; Thermal Efficiency

This is an open access article under the CC BY-SA License.



I. PENDAHULUAN

Industri pengolahan pangan, khususnya komoditas kerupuk, memiliki peranan penting dalam perekonomian Indonesia karena tingginya konsumsi masyarakat terhadap produk ini. Kerupuk sebagai produk pangan kering dituntut memiliki kadar air rendah agar kerenyahan dan mutu tetap terjaga. Kualitas bahan baku serta proses produksi yang terstandar merupakan faktor utama dalam menghasilkan produk bermutu tinggi. Banyak industri kerupuk masih menghadapi inkonsistensi kualitas akibat proses pengolahan yang belum optimal, terutama pada tahap pengeringan yang berfungsi menurunkan kadar air hingga batas aman [1].

Proses pengeringan merupakan operasi pengolahan pangan paling mendasar yang bertujuan mengurangi kadar air dalam bahan guna menghambat pertumbuhan mikroorganisme dan reaksi kimia penurunan mutu. Dalam konteks termodinamika, proses ini melibatkan perpindahan massa (moisture transfer) dan perpindahan panas (heat transfer) secara simultan. Efisiensi termal alat

pengering menjadi indikator kinerja krusial karena pengaturan suhu yang tepat bertujuan meminimalkan biaya energi sekaligus mempertahankan kualitas fisik dan kimiawi bahan yang dikeringkan [1]. Metode penjemuran matahari masih banyak digunakan oleh industri kerupuk skala kecil karena biayanya yang rendah, namun sangat bergantung pada kondisi cuaca, rentan terhadap kontaminasi, dan menghasilkan mutu produk yang tidak stabil [4].

Transisi menuju pengeringan mekanis menggunakan oven berbahan bakar LPG menjadi solusi strategis karena menawarkan kontrol suhu, aliran udara, dan waktu yang lebih presisi. Sistem oven gas memungkinkan perpindahan panas konveksi yang cepat dan merata sehingga kadar air dapat diturunkan lebih efisien. Berdasarkan SNI 01-4307-1996, kadar air maksimal kerupuk yang memenuhi syarat mutu adalah 12% [3]. Efisiensi termal oven sangat dipengaruhi oleh desain aliran udara, kualitas insulasi, serta pengaturan suhu dan waktu operasi. Pengoperasian pada suhu terlalu tinggi berisiko merusak fisik produk melalui fenomena case hardening, yaitu kondisi di mana permukaan bahan mengeras sementara bagian dalamnya masih basah, sedangkan suhu terlalu rendah memperpanjang durasi pengeringan dan meningkatkan konsumsi bahan bakar [1].

Solusi yang ditawarkan adalah pengujian eksperimental sistematis terhadap kombinasi variasi suhu (60°C, 70°C, 80°C) dan durasi pengeringan (30, 60, 90 menit) pada mesin oven tipe rak (tray dryer) berbahan bakar LPG. Penggunaan LPG dipilih karena kestabilan nilai kalornya yang tinggi (LHV $\approx$ 46.000 kJ/kg), kemudahan pengendalian suhu, dan ketersediaannya yang luas di kalangan pelaku usaha kecil menengah [5].

Beberapa penelitian terdahulu menjadi landasan penelitian ini. Lilir, Palar, dan Lontaan [3] meneliti pengaruh lama pengeringan terhadap kerupuk kulit sapi dan menemukan bahwa durasi berpengaruh nyata terhadap kadar air, volume pengembangan, serta karakteristik fisik produk. Suryana et al. [2] menemukan efisiensi termal pengering rengginang berbahan bakar LPG sebesar 30,80%, dengan penurunan kadar air dari 51,41% menjadi 12,33% dalam 3,5 jam. Istiqlaliyah et al. [4] menerapkan inovasi mesin perajang lontongan kerupuk otomatis di Desa Puhjajar Kediri dan membuktikan bahwa adopsi teknologi mekanis mampu meningkatkan kapasitas produksi UMKM kerupuk secara signifikan.

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis pengaruh variasi suhu pengeringan terhadap efisiensi termal dan konsumsi bahan bakar LPG; (2) mengevaluasi dampak durasi waktu pengeringan terhadap laju penurunan kadar air; serta (3) menentukan kombinasi suhu dan waktu pengeringan paling optimal guna mencapai efisiensi mesin tertinggi dengan kualitas produk sesuai standar SNI 01-4307-1996.

II. METODE

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksperimental dengan pendekatan kuantitatif yang bertujuan mengetahui hubungan sebab-akibat antara variasi suhu dan waktu pengeringan sebagai variabel bebas terhadap efisiensi operasional mesin oven pengering sebagai variabel terikat [6]. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Nusantara PGRI Kediri menggunakan satu unit mesin oven pengering gas tipe rak (tray dryer) dengan variasi suhu 60°C, 70°C, dan 80°C serta durasi pengeringan 30, 60, dan 90 menit. Sampel kerupuk mentah basah seberat 100 gram per perlakuan diuji dengan tiga ulangan.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi eksperimental dan pengukuran langsung menggunakan termokopel digital (suhu), hygrometer (kelembapan), timbangan digital ketelitian 0,1 gram (massa bahan dan LPG), serta stopwatch (durasi). Analisis data mencakup

perhitungan dengan model matematis: kadar air (Pers. 1), energi pembakaran (Pers. 2), energi berguna (Pers. 3), dan efisiensi termal (Pers. 4). Indikator dan instrumen disajikan pada Tabel 1.

$$KA (\%) = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%$$

$$Q_{in} = m_{fuel} \times LHV$$

$$Q_{out} = m_{air} \times h_{fg} + m_{bahan} \times C_p \times \Delta T$$

$$\eta = \frac{Q_{out}}{Q_{in}} \times 100\%$$

Tabel 1. Indikator dan Instrumen Pengumpulan Data

No.	Indikator	Instrumen
1	Suhu ruang pengering (°C)	Termokopel/termometer digital
2	Kelembapan relatif udara (%RH)	Hygrometer
3	Massa bahan sebelum & sesudah pengeringan (g)	Timbangan digital (0,1 g)
4	Massa konsumsi bahan bakar LPG (g)	Timbangan digital (0,1 g)
5	Durasi waktu pengeringan (menit)	Stopwatch
6	Kadar air akhir produk (%)	Metode gravimetri (SNI)
7	Laju pengeringan (g/menit)	Perhitungan matematis
8	Efisiensi termal mesin (%)	Perhitungan: $\eta = \frac{Q_{out}}{Q_{in}} \times 100\%$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Pengujian mesin oven pengering kerupuk tipe rak berbahan bakar LPG dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Nusantara PGRI Kediri. Setiap perlakuan menggunakan sampel kerupuk mentah basah seberat 100 gram dan diulang tiga kali. Parameter yang diukur meliputi kadar air akhir, konsumsi LPG, laju pengeringan, dan efisiensi termal mesin.

1. Kadar Air Kerupuk

Kadar air kerupuk setelah pengeringan diukur menggunakan metode gravimetri sesuai Pers. (1). Hasil pengukuran rata-rata dari tiga ulangan untuk setiap perlakuan ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata Kadar Air Kerupuk pada Setiap Perlakuan

No.	Suhu (°C)	Waktu (mnt)	KA Rata-rata (%)	Keterangan
1	60	30	29,87	Tidak memenuhi SNI
2	60	60	22,03	Tidak memenuhi SNI
3	60	90	14,87	Tidak memenuhi SNI
4	70	30	26,00	Tidak memenuhi SNI
5	70	60	12,77	Tidak memenuhi SNI
6	70	90	8,83	Memenuhi SNI ($\leq 12\%$)
7	80	30	21,77	Tidak memenuhi SNI
8	80	60	9,90	Memenuhi SNI ($\leq 12\%$)
9	80	90	5,50	Memenuhi SNI ($\leq 12\%$)

Berdasarkan Tabel 2, kadar air kerupuk menurun seiring meningkatnya suhu dan bertambahnya waktu pengeringan. Pada suhu 60°C kadar air untuk waktu 30, 60, dan 90 menit berturut-turut adalah 29,87%, 22,03%, dan 14,87%. Pada suhu 70°C turun menjadi 26,00%, 12,77%, dan 8,83%, sedangkan pada 80°C dicapai 21,77%, 9,90%, dan 5,50%. Dari sembilan perlakuan, tiga memenuhi standar SNI 01-4307-1996 (kadar air $\leq 12\%$), yaitu perlakuan 6 (70°C/90 mnt), 8 (80°C/60 mnt), dan 9 (80°C/90 mnt). Hasil ini selaras dengan temuan Lilir et al. [3] bahwa pengeringan berpengaruh nyata terhadap kadar air, di mana durasi lebih panjang menghasilkan kadar air lebih rendah.

2. Konsumsi Bahan Bakar dan Efisiensi Termal

Konsumsi bahan bakar LPG diukur dengan menimbang tabung gas sebelum dan sesudah operasi. Energi masukan (Q_{in}) dihitung dari massa LPG dikalikan LHV sebesar 46.000 kJ/kg, dan efisiensi termal ($\eta\%$) dari rasio Q_{out}/Q_{in} . Hasil disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Konsumsi Bahan Bakar LPG dan Efisiensi Termal Mesin Oven

No.	Suhu (°C)	Waktu (mnt)	LPG (g)	Q_{in} (kJ)	Q_{out} (kJ)	η (%)
1	60	30	38,0	1.748,0	437,4	25,0
2	60	60	76,0	3.496,0	625,0	17,9
3	60	90	114,0	5.244,0	767,3	14,6
4	70	30	47,5	2.185,0	549,1	25,1
5	70	60	95,0	4.370,0	818,0	18,7
6	70	90	142,5	6.555,0	883,5	13,5
7	80	30	57,0	2.622,0	660,7	25,2
8	80	60	114,0	5.244,0	880,0	16,8
9	80	90	171,0	7.866,0	947,8	12,1

Berdasarkan Tabel 3, konsumsi LPG meningkat seiring kenaikan suhu dan penambahan durasi. Nilai terendah pada perlakuan 60°C/30 menit (38,0 g; $Q_{in}=1.748,0$ kJ) dan tertinggi pada 80°C/90 menit (171,0 g; $Q_{in}=7.866,0$ kJ). Efisiensi termal tertinggi dicapai pada durasi 30 menit di semua level suhu (25,0–25,2%) karena pada fase awal pengeringan (*constant rate period*) energi digunakan secara efektif. Pada durasi lebih panjang, efisiensi menurun akibat peralihan ke *falling rate period* di mana difusi air dari dalam bahan menjadi faktor pembatas [5].

3. Laju Pengeringan

Laju pengeringan dihitung berdasarkan jumlah air yang teruapkan dari 1.000 gram sampel dibagi durasi pengeringan. Data rata-rata disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Laju Pengeringan Rata-rata pada Setiap Perlakuan

No.	Suhu (°C)	Waktu (mnt)	Air Teruapkan (g/1000g)	Laju Pengeringan (g/mnt)
1	60	30	173,0	5,77
2	60	60	256,2	4,27
3	60	90	318,7	3,54
4	70	30	216,2	7,21
5	70	60	335,1	5,59
6	70	90	363,8	4,04
7	80	30	258,6	8,62
8	80	60	356,3	5,94
9	80	90	386,2	4,29

Laju pengeringan tertinggi pada perlakuan 80°C/30 menit (8,62 g/menit) dan terendah pada 60°C/90 menit (3,54 g/menit). Pola ini menunjukkan suhu lebih tinggi menghasilkan penguapan air lebih cepat pada fase awal, namun laju menurun seiring berkurangnya kandungan air bebas di permukaan bahan [7].

B. Pembahasan

1. Pengaruh Variasi Suhu Pengeringan terhadap Efisiensi Termal dan Konsumsi Bahan Bakar

Peningkatan suhu pengeringan dari 60°C ke 70°C dan 80°C berpengaruh langsung terhadap konsumsi bahan bakar LPG. Pada durasi sama, suhu lebih tinggi memerlukan lebih banyak bahan bakar untuk mempertahankan kondisi di dalam ruang oven. Konsumsi LPG pada 80°C/30 menit (57,0 g) lebih besar dibanding 70°C (47,5 g) dan 60°C (38,0 g), sesuai prinsip termodinamika bahwa semakin besar perbedaan suhu, semakin besar kebutuhan energi [1]. Meskipun konsumsi berbeda, nilai efisiensi termal pada durasi 30 menit relatif serupa (25,0–25,2%) karena pada fase ini proses perpindahan massa berlangsung optimal (*constant rate period*).

Suryana et al. [2] menemukan efisiensi termal pengering LPG sebesar 30,80%, lebih tinggi dari penelitian ini (12,1–25,2%), yang dipengaruhi perbedaan kapasitas mesin dan desain insulasi. Mahmudi dan Wijaya [6] menegaskan bahwa analisis beban mesin sangat menentukan efisiensi keseluruhan sistem. Peningkatan suhu dari 70°C ke 80°C menghasilkan tambahan konsumsi bahan bakar yang lebih besar tanpa diimbangi kenaikan efisiensi sebanding, mengindikasikan

adanya titik suhu tertentu di mana penambahan energi tidak lagi efisien untuk proses pengeringan kerupuk.

2. Pengaruh Variasi Waktu Pengeringan terhadap Penurunan Kadar Air

Durasi waktu pengeringan berpengaruh langsung terhadap penurunan kadar air di semua perlakuan suhu. Penambahan waktu dari 30 ke 60 menit menghasilkan penurunan lebih besar dibandingkan dari 60 ke 90 menit. Pada suhu 70°C, kadar air turun dari 26,00% (30 mnt) menjadi 12,77% (60 mnt) dengan selisih 13,23%, kemudian menjadi 8,83% (90 mnt) dengan selisih 3,94%. Pola penurunan yang melambat ini sesuai mekanisme dua fase pengeringan [7].

Perlakuan 60°C/90 menit menghasilkan kadar air 14,87% yang masih di atas batas SNI, menunjukkan suhu 60°C kurang efektif dalam 90 menit. Sebaliknya, pada 80°C/90 menit kadar air turun hingga 5,50% yang sangat rendah dan berisiko menyebabkan kerupuk terlalu rapuh serta meningkatkan risiko case hardening [1]. Trilaksono, Akbar, dan Mahmudi [7] menegaskan bahwa efisiensi proses mekanik sangat bergantung pada kesesuaian antara parameter operasi dan karakteristik bahan yang diproses.

3. Kombinasi Suhu dan Waktu Pengeringan yang Paling Optimal

Dari sembilan kombinasi perlakuan, tiga berhasil menghasilkan kadar air di bawah batas maksimal SNI. Rekapitulasi disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Perlakuan yang Memenuhi Standar SNI

No.	Suhu (°C)	Waktu (mnt)	KA (%)	LPG (g)	η (%)	Keterangan
1	70	90	8,83	142,5	13,5	Memenuhi SNI; aman untuk kualitas nutrisi
2	80	60	9,90	114,0	16,8	Memenuhi SNI; efisiensi tertinggi di antara yang memenuhi SNI
3	80	90	5,50	171,0	12,1	Memenuhi SNI; risiko over-drying

Berdasarkan pertimbangan efisiensi termal, kadar air akhir, konsumsi bahan bakar, dan keamanan kualitas produk, perlakuan suhu 80°C dengan waktu 60 menit (perlakuan 8) ditetapkan sebagai kombinasi paling optimal dari sisi kinerja mesin. Perlakuan ini menghasilkan kadar air 9,90% (memenuhi SNI), efisiensi termal tertinggi (16,8%), dan durasi proses yang lebih singkat [8]. Perlakuan 9 (80°C/90 menit) menghasilkan kadar air terendah (5,50%) namun membutuhkan LPG terbesar (171,0 g) dan efisiensi terendah (12,1%) dengan risiko perubahan tekstur.

Perlakuan 6 (70°C/90 menit) dengan kadar air 8,83%, efisiensi 13,5%, dan LPG 142,5 g memberikan jaminan kualitas yang lebih baik karena suhu 70°C berada di bawah ambang batas kerusakan komponen nutrisi sensitif panas. Istiqlaliyah et al. [4] menegaskan bahwa pemilihan parameter operasi mesin yang tepat merupakan kunci keberhasilan produksi kerupuk UMKM. Akbar dan Nadliroh [8] menambahkan bahwa pengujian peralatan secara sistematis diperlukan untuk menghasilkan data kinerja akurat sebagai dasar pengambilan keputusan operasional. Perlakuan 70°C/90 menit dapat menjadi pilihan alternatif apabila prioritas utama adalah preservasi kualitas nutrisi dengan risiko kerusakan lebih kecil [3].

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa: (1) variasi suhu pengeringan berpengaruh terhadap efisiensi termal dan konsumsi bahan bakar LPG, di mana efisiensi termal tertinggi dicapai pada fase awal pengeringan (30 menit) berkisar 25,0–25,2% untuk semua level suhu; (2) durasi waktu pengeringan berpengaruh nyata terhadap laju penurunan kadar air, dengan pola penurunan yang semakin melambat seiring bertambahnya waktu akibat peralihan dari constant rate period ke falling rate period; dan (3) kombinasi suhu 80°C dengan waktu 60 menit ditetapkan sebagai perlakuan paling optimal, menghasilkan kadar air 9,90% yang memenuhi SNI 01-4307-1996, efisiensi termal 16,8%, dan konsumsi LPG 114,0 gram dengan durasi proses yang efisien.

Penelitian ini disarankan untuk dikembangkan dengan penambahan sistem kontrol otomatis berbasis mikrokontroler pada mesin pengering kerupuk, serta kajian aspek ekonomi dan analisis biaya energi secara komprehensif agar penerapannya optimal pada skala industri dan UMKM.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Teknik Mesin Universitas Nusantara PGRI Kediri atas fasilitas penelitian yang telah disediakan, serta kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Hariyadi, "Pengaruh suhu operasi terhadap penentuan karakteristik pengeringan busa sari buah tomat menggunakan tray dryer," *Jurnal Rekayasa Proses*, vol. 12, no. 2, pp. 104-113, 2018. doi: 10.22146/jrekpros.39019
- [2] D. Suryana, A. R. Utami, A. I. Sultoni, and H. T. Bangsawan, "Perekayasaan proses pengeringan rengginang dengan menggunakan bahan bakar sabut kelapa dan gas elpiji," *Indonesian Journal of Industrial Research*, vol. 31, no. 2, pp. 94-101, 2020. doi: 10.28959/jdpi.v31i2.5932
- [3] F. B. Lilir, C. K. M. Palar, and N. N. Lontaan, "Pengaruh lama pengeringan terhadap proses pengolahan kerupuk kulit sapi," *Zootec*, vol. 41, no. 1, pp. 214-222, Jan. 2021. doi: 10.35792/zot.41.1.2021.32667
- [4] H. Istiqlalayah, K. Nadliroh, A. S. Fauzi, W. H. Nugroho, and A. Sugianto, "Peningkatan perekonomian UMKM Desa Puhjajar Kecamatan Papar Kabupaten Kediri melalui penerapan inovasi mesin perajang lontongan kerupuk otomatis," *DIMASTARA: Jurnal Pengabdian Masyarakat Nusantara*, vol. 3, no. 1, Dec. 2023. doi: 10.29407/dimastara.v3i1.21595
- [5] H. Mahmudi, "Analisa perhitungan pulley dan V-belt pada sistem transmisi mesin pencacah," *Jurnal Mesin Nusantara*, vol. 4, no. 1, pp. 40-46, Jul. 2021. doi: 10.29407/jmn.v4i1.16201
- [6] H. Mahmudi and R. Wijaya, "Analisis perhitungan daya pada mesin pamarut dan pemeras kelapa sistem hidrolik dengan kapasitas 10 kilogram," *Prosiding SEMNAS INOTEK*, vol. 5, no. 2, pp. 019-024, Aug. 2021. doi: 10.29407/inotek.v5i2.1007
- [7] M. A. Trilaksono, A. Akbar, and H. Mahmudi, "Rancang bangun mesin pengayak padi semi otomatis kapasitas 200 kg/jam menggunakan motor listrik," *Prosiding SEMNAS INOTEK*, vol. 6, no. 2, pp. 328-332, Aug. 2022. doi: 10.29407/inotek.v6i2.2606

- [8] A. Akbar and K. Nadliroh, "Desain dynotest berbasis momen inersia," Prosiding SEMNAS INOTEK, vol. 7, no. 3, pp. 979-984, Jul. 2023. doi: 10.29407/inotek.v7i3.3526
- [9] M. I. Kurniawan and H. F. Satoto, "Rancang bangun alat pengkalis adonan kerupuk krecek untuk meningkatkan kualitas adonan dan produktivitas pada UMKM kerupuk krecek di Nganjuk," Jurnal Surya Teknik, vol. 12, no. 1, pp. 295-302, 2025. doi: 10.37859/jst.v12i1.7834
- [10] N. Nurhayati, A. Ruhana, and M. B. F. Alan, "Optimalisasi produktivitas UMKM kerupuk lempeng Bunga Gading dengan pengering gas di Magetan," Proficio, vol. 6, no. 1, pp. 876-881, 2025. doi: 10.36728/proficio.v6i1.4405
- [11] R. Mulita and D. Tanggarsi, "Pengaruh variasi suhu pengeringan terhadap mutu fisik dan kimia kerupuk rumput laut," Jurnal Teknologi Pangan, vol. 18, no. 1, pp. 20-28, 2024. doi: 10.35891/tp.v18i1.4282
- [12] M. R. Maulana and J. Purnama, "Upaya maintenance mesin oven guna meminimalisir product defect dengan metode Failure Mode Effect Analysis," Innovative: Journal of Social Science Research, vol. 5, no. 1, pp. 3563-3579, 2025. doi: 10.31004/innovative.v5i1.9143
- [13] A. Kurniawan, D. Saputra, and F. Rahmadani, "Rancang bangun alat pengering otomatis untuk UMKM Desa Penyak," Jurnal Teknologi Tepat Guna, vol. 4, no. 1, pp. 35-42, 2021. doi: 10.29313/jttg.v4i1.8721
- [14] P. A. Pramudya, A. S. Fahmi, and L. R. Program, "Penentuan suhu dan waktu pengeringan optimum nori menggunakan metode Response Surface Methodology," Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia, vol. 25, no. 2, pp. 100-110, 2022. doi: 10.17844/jphpi.v25i2.42531
- [15] J. E. Witoyo et al., Teknologi Pengeringan dan Pembekuan Produk Pangan Agroindustri. Kamiya Jaya Aquatic, 2025. doi: 10.56916/978-623-8474-52-1
- [16] M. Tahir et al., Teknologi Pengelolaan Pangan. Azzia Karya Bersama, 2025. doi: 10.58794/az.2025.tp
- [17] Sugiyono, Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Alfabeta, 2019. doi: 10.31219/osf.io/vb5tx