Jurnal Ilmiah jurutera
Journal of Applied Engineering
ISSN 2356-5438

Analysis of a Biomass-Fueled Fish Dryer with a Microcontroller-Based Blower System

Iskandar [1], Banta Cut [2], Bambang Nurcipto [3], Rahmad Bahri [4]

[1,2,3]Department of Mechanical Engineering, Faculty Of Science And Technology, *Universitas Samudra, Langsa 24416, Indonesia*
[4]*Department of Informatic,* Faculty Of Science And Technology, *Universitas Samudra, Langsa 24416, Indonesia*

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat Artikel:
Dikirim 14 Januari 2026
Direvisi dari 15 Januari 2026
Diterima 09 April 2026
Dipublikasi 30 Juni 2026

***Keywoard's*:**
Fish Drying,
Biomass,
Blower,
Microcontroller,
eco-friendly fuel.

DOI:
doi.org/10.55377/jurutera.v13i01.13893

A B S T R A C T

This study analyzes the performance of a fish drying device powered by biomass fuel, equipped with a blower and automatic control using an Arduino Mega 2560 microcontroller. The system consists of a combustion chamber, a drum-shaped drying chamber, a blower, a type-K temperature sensor, and a MAX6675 module controlled via a Solid State Relay (SSR). The device was tested under no-load and load conditions (with milkfish). Results showed average temperatures of 78.76°C (no-load) and 64.1°C (with load), drying rates of 74.2 g/h and 70.6 g/h, and final moisture contents of 19.1% and 19.4%, respectively. The Arduino-based temperature control system responded efficiently without overshoot, regulating the blower effectively. Heat transfer efficiency reached 64.48% (test 1) and improved to 70.26% (test 2), indicating better heat utilization despite lower total energy input. Coconut shell biomass proved to be a cost-effective and eco-friendly fuel, although the overall thermal efficiency remained low (3.12%) due to the open system and lack of insulation. This tool presents a low-cost, environmentally friendly solution suitable for small to medium-scale fish processing industries.

A B S T R A K

Studi ini menganalisis kinerja alat pengering ikan bertenaga bahan bakar biomassa, yang dilengkapi dengan blower dan kontrol otomatis menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560. Sistem ini terdiri dari ruang pembakaran, ruang pengering berbentuk drum, blower, sensor temperatur tipe-K, dan modul MAX6675 yang dikendalikan melalui Solid State Relay (SSR). Alat ini diuji dalam kondisi tanpa beban dan dengan beban (dengan ikan bandeng). Hasil menunjukkan temperatur rata-rata 78,76°C (tanpa beban) dan 64,1°C (dengan beban), laju pengeringan 74,2 g/jam dan 70,6 g/jam, dan kadar air akhir masing-masing 19,1% dan 19,4%. Sistem kontrol temperatur berbasis Arduino merespons secara efisien tanpa overshoot, mengatur blower secara efektif. Efisiensi perpindahan panas mencapai 64,48% (uji 1) dan meningkat menjadi 70,26% (uji 2), menunjukkan pemanfaatan panas yang lebih baik meskipun total input energi lebih rendah. Biomassa tempurung kelapa terbukti menjadi bahan bakar yang hemat biaya dan ramah lingkungan, meskipun efisiensi termal secara keseluruhan tetap rendah (3,12%) karena sistem terbuka dan kurangnya isolasi. Alat ini menghadirkan solusi berbiaya rendah dan ramah lingkungan yang cocok untuk industri pengolahan ikan skala kecil hingga menengah.

© 2026 Jurnal Ilmiah JURUTERA. Di kelola oleh Fakultas Teknik. Hak Cipta Dilindungi.

E-mail Coresponden : iskandar@unsam.ac.id
© 2026 ISSN. 2356-5438. Fakultas Teknik Universitas Samudra

1. Pendahuluan

Potensi Perikanan dan Permasalahan Pembusukan Produk Indonesia memiliki potensi yang sangat besar dalam sektor perikanan. Namun, ikan merupakan komoditas produk yang cepat dan mudah membusuk, sehingga memerlukan penanganan yang cepat, bersih, dan cermat sejak pasca-panen. Secara biologis dan kimiawi, proses pembusukan tersebut terutama disebabkan oleh kadar air yang tinggi, tingkat keasaman (pH) yang tidak sesuai, serta karakteristik tekstur daging ikan yang lunak [1]. Oleh karena itu, pengolahan hasil perikanan yang tepat sangat dibutuhkan untuk memperpanjang daya simpan produk.

Tantangan Metode Pengeringan Tradisional Salah satu upaya pengolahan yang umum dilakukan adalah pengeringan ikan. Sayangnya, aktivitas pengolahan ini masih didominasi oleh metode tradisional yang sangat bergantung pada fluktuasi cuaca, rentan terhadap kontaminasi lingkungan, memerlukan waktu proses yang relatif lama, serta membutuhkan banyak tenaga kerja. Penggunaan metode konvensional ini dinilai tidak efisien dalam menjaga konsistensi kualitas produk ikan kering yang dihasilkan. Keterbatasan akses terhadap teknologi pengeringan yang efisien dan terjangkau bagi pelaku usaha kecil-menengah hingga saat ini masih menjadi hambatan utama dalam meningkatkan mutu serta nilai jual produk ikan kering di pasar [2].

Mekanisme Teoretis Proses Pengeringan Secara ilmiah, pengeringan merupakan proses perpindahan panas dan uap air yang terjadi secara bersamaan untuk menguapkan kandungan air dari permukaan bahan tanpa mengubah sifat kimianya. Fenomena ini dapat terjadi karena adanya perbedaan tekanan atau kadar uap air antara bahan dan udara di sekitarnya, di mana laju pengeringan sangat dipengaruhi oleh intensitas energi panas yang diserap oleh bahan tersebut [3]. Selama proses berlangsung, terdapat dua mekanisme utama yang bekerja secara simultan. Pertama, proses perpindahan panas yang terjadi akibat perbedaan temperatur, di mana akumulasi panas tersebut memicu peningkatan temperatur bahan dan menyebabkan tekanan uap air di dalam bahan menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan tekanan uap air di udara luar [4].

Perpindahan Massa dan Laju Pengeringan Kedua, proses perpindahan massa yang dipicu oleh perbedaan kelembaban relatif (*relative humidity*), di mana udara pengering memiliki tingkat kelembaban relatif yang lebih rendah dibandingkan bahan yang sedang dikeringkan. Panas yang berpindah melalui permukaan bahan akan meningkatkan tekanan uap air internal, sehingga tekanan uap air bahan menjadi lebih besar daripada tekanan uap air di udara pengering [5]. Dinamika ini direpresentasikan melalui laju pengeringan yang menggambarkan kecepatan berkurangnya kandungan air dalam bahan per satuan waktu. Seiring dengan menurunnya kadar air dalam bahan, laju pengeringan juga cenderung menurun. Dengan kata lain, semakin tinggi tingkat penguapan air pada fase awal bahan, semakin besar pula penurunan laju pengeringan pada fase-fase berikutnya [6].

Pentingnya Kadar Air dan Tujuan Pengeringan Kadar air merupakan salah satu karakteristik penting dalam bahan pangan, karena dapat mempengaruhi tampilan, tekstur, dan rasa. Kadar air suatu bahan menunjukkan jumlah kandungan air dalam setiap satuan bahan. Proses pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air dalam bahan guna meningkatkan daya simpan dan menghambat pertumbuhan mikroorganisme [7].

Solusi Sistem Pengering Berbasis Mikrokontroler dan Biomassa Untuk mengatasi masalah tersebut, dikembangkan sistem pengering ikan berbahan bakar biomassa dengan blower berbasis mikrokontroler. Sistem ini dirancang untuk mendistribusikan panas secara merata dan mengontrol temperatur secara otomatis menggunakan sensor temperatur tipe K, modul MAX6675, serta Arduino Mega 2560. Rencana pemecahan masalah ini mengedepankan penggunaan energi terbarukan (biomassa) dan sistem kontrol otomatis untuk menjaga temperatur tetap stabil dalam rentang optimal, sehingga mempercepat proses pengeringan dan meningkatkan kualitas hasil [8].

Mekanisme Kerja Alat dan Komponen Pengendali Temperatur Pengeringan ikan bertujuan menurunkan kadar air untuk menghambat pertumbuhan mikroba. Proses ini melibatkan perpindahan panas (konduksi, konveksi, radiasi) serta perpindahan massa. Biomassa, seperti tempurung kelapa, digunakan sebagai bahan bakar karena nilai kalor tinggi dan keberlanjutan. Blower berperan dalam mendistribusikan udara panas, sedangkan sistem kontrol berbasis mikrokontroler memungkinkan pengaturan temperatur secara otomatis agar pengeringan lebih efisien. Alat ini menggunakan sensor termokopel tipe K dan modul MAX6675 untuk meningkatkan akurasi pemantauan temperatur, serta SSR untuk mengendalikan kerja blower secara *real-time*[9].

2. Metode

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan eksperimental, dengan rancangan penelitian berupa pengujian kinerja sistem pengering ikan berbahan bakar biomassa yang dilengkapi blower berbasis mikrokontroler. Pelaksanaan penelitian dilakukan secara sistematis melalui tahapan desain alat, pembuatan alat, uji coba tanpa beban, serta uji coba dengan beban menggunakan komoditas ikan bandeng. Adapun parameter utama yang diamati selama pengujian meliputi fluktuasi temperatur ruang pengering, pola distribusi panas, laju pengeringan bahan, serta persentase kadar air

akhir pada ikan. Populasi dan Sampel Penelitian Populasi penelitian ini adalah proses pengeringan ikan menggunakan sistem berbahan bakar biomassa. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan bandeng (*Chanos chanos*) sebanyak 6 ekor dalam setiap pengujian, dengan berat awal rata-rata berkisar antara 1,8 hingga 2,45 kg. Komoditas ikan bandeng dipilih karena memiliki karakteristik tekstur khusus dan kadar air yang tinggi, sehingga sangat cocok digunakan sebagai objek penelitian untuk pengujian sistem pengeringan.

Metode Pengumpulan Data Data penelitian ini dikumpulkan melalui pengukuran temperatur secara kontinu pada beberapa titik krusial, yaitu ruang pembakaran, ruang pengering, cerobong, dan lingkungan sekitar. Pengukuran tersebut menggunakan termokopel tipe K, dengan data yang direkam secara digital melalui mikrokontroler Arduino Mega 2560 dan modul MAX6675. Selain data temperatur, perubahan berat ikan juga ditimbang secara berkala menggunakan timbangan digital untuk menghitung laju pengeringan dan penurunan kadar air selama proses berlangsung. Waktu pengeringan turut dicatat secara sistematis untuk mendukung analisis performa laju pengeringan ikan pada sistem yang diuji.

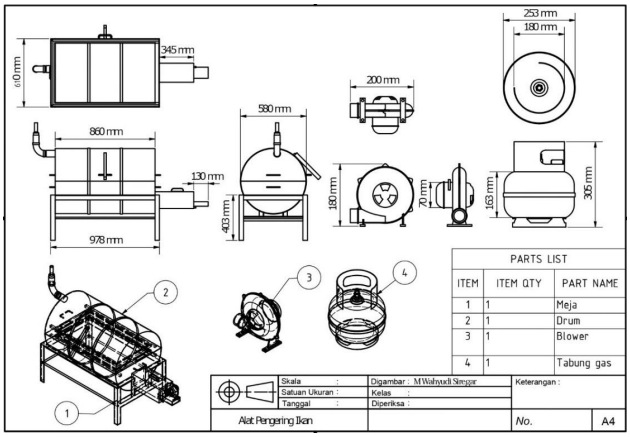
Instrumen dan Rencana Analisis Data Instrumen utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah sistem kontrol temperatur otomatis berbasis mikrokontroler yang dilengkapi dengan fitur *data logging*, sehingga memungkinkan pencatatan fluktuasi temperatur secara *real-time*. Data temperatur dan data berat ikan yang telah terekam kemudian dianalisis lebih lanjut untuk menentukan efisiensi termal sistem serta dinamika pengeringan bahan. Alat dan bahan dapat diperoleh pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Alat dan bahan untuk membuat mesin pengering ikan

Tools	Materials
Cutting Grinder	Elbow Iron
Welding Machine	Iron Plate
Tools	Used Oil Drum
	Stove Furnace
	3 Door Hinges Blower 1 Set of Gas Carburettor 3 kg LPG Gas Mesh Rack

2.1. Desain Prototype

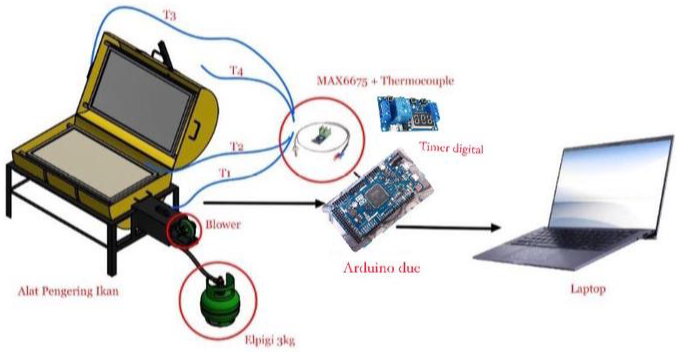
Proses desain dilakukan menggunakan aplikasi CAD seperti Autodesk Investor. Tahap pertama melibatkan penentuan dimensi pemanas air yang akan digunakan dalam penelitian. Setelah semua dimensi diketahui, langkah selanjutnya adalah mendesain prototipe yang akan dibangun.



Gambar 1. Desain Pengering Ikan

2.2. *Sistematika Pengujian*

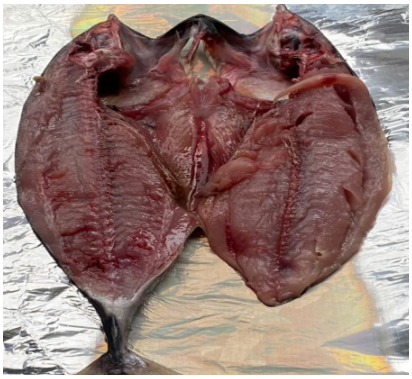
Dalam pengujian ini, para peneliti melakukan pengujian di lima titik. Pengujian menggunakan pengatur waktu digital yang terhubung ke sensor max6675 dan termokopel yang terhubung ke laptop.



Gambar 2. Sistematik Pengujian

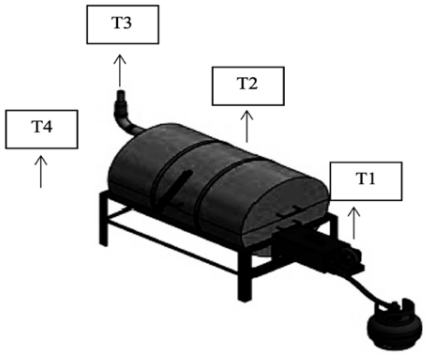
2.3. Efisiensi Peralatan Alat Pengeringan Ikan

Pengujian alat pengering ikan ini melibatkan penggunaan termokopel dan timbangan digital untuk mengukur objek. Temperatur diukur pada beberapa titik: T1 di ruang pembakaran, T2 di ruang pengeringan, T3 di cerobong asap, dan T4 di lingkungan sekitar. Blower pada alat ini digunakan untuk mendorong panas ke ruang pengeringan dan dikontrol secara otomatis oleh pengatur waktu digital setiap 2 menit. Berat ikan yang akan dikeringkan diukur sebelum dan sesudah proses pengeringan, serta berat bahan bakar (gas) diukur sebelum dan sesudah penggunaan.
Pengujian ini dilakukan selama total 22 jam, dengan pengeringan selama 10 jam pada hari pertama dan 12 jam pada hari kedua. Objek diangkat untuk ditimbang setiap 20 menit, setelah itu ikan dibalik ketika diletakkan kembali agar matang merata.



Gambar 3. Ikan mentah sebelum dibungkus dengan kertas aluminium.

Selain itu, alat ini juga dilengkapi dengan empat bagian utama: T1 di ruang pembakaran, T2 di ruang pengeringan, T3 di cerobong asap, dan T4 di lingkungan sekitar.



Gambar 4. Letak Sensor temperature pada alat pengering ikan

Setelah semua termokopel dipasang pada titik-titik yang ditentukan dan ikan disusun secara horizontal di ruang pengering, ruang pengering akan ditutup dan gas akan dinyalakan dengan panas sedang. Setelah 2 menit, blower

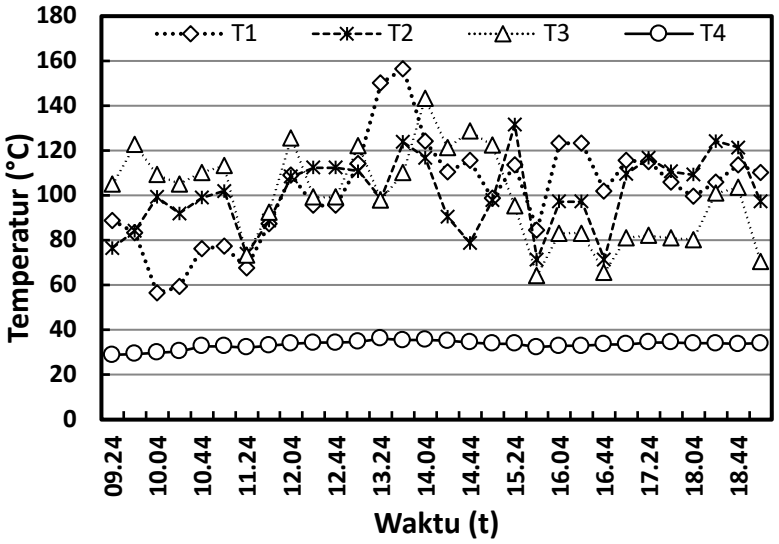
diaktifkan untuk memindahkan panas dari ruang pembakaran ke ruang pengering, dan pengoperasian blower dikontrol secara otomatis oleh timer digital. Setelah 20 menit, ruang pengering dibuka, dan ikan dikeluarkan untuk ditimbang. Proses ini diulang terus menerus hingga berat awal ikan sebesar 2,039 kg berkurang menjadi berat akhir 0,5 kg.

3. Hasil dan Pembahasan

Sistem pengering ikan yang diuji dalam penelitian ini merupakan unit tertutup berbahan bakar biomassa tempurung kelapa yang terdiri atas tiga komponen utama, yaitu ruang pembakaran, ruang pengering berbahan drum bekas berkapasitas dua rak, serta sistem kontrol otomatis berbasis mikrokontroler. Ruang pembakaran tersebut dirancang secara terpisah untuk menghasilkan panas secara tidak langsung ke dalam ruang pengering, sehingga pengujian ini dapat dilakukan untuk menganalisis performa sistem secara menyeluruh dalam menjaga stabilitas temperatur, pola distribusi panas, laju aliran panas, serta efektivitas hasil pengeringan berdasarkan parameter temperatur, laju pengeringan, dan kadar air akhir pada ikan.

3.1. Hasil Pengujian 10 Jam

10 jam pertama pengujian, di mana blower akan otomatis menyala selama 2 menit dan kemudian mati kembali setelah 2 menit. Ikan yang akan dikeringkan adalah 3 jenis tuna dengan berat masing-masing 2,039 kg.

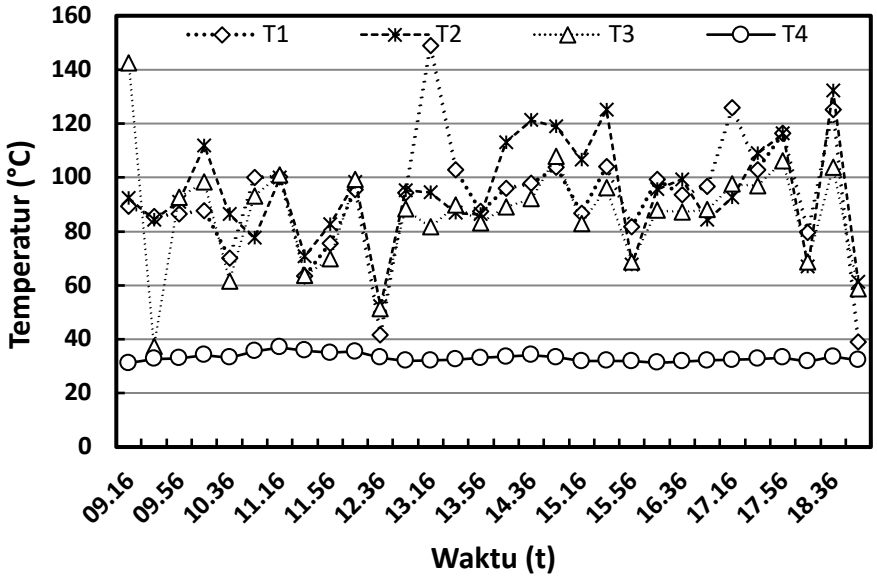


Gambar 5. Hasil 10 jam pengujian

Berdasarkan diagram di atas, kita dapat melihat grafik pengujian selama 10 jam proses pengeringan. T1 memiliki temperatur tertinggi 156°C dan terletak tepat di dalam ruang pembakaran, T2 memiliki temperatur tertinggi 131°C dan terletak di dalam ruang pengeringan/tabung pengeringan, T3 memiliki temperatur tertinggi 143°C dan terletak langsung di cerobong asap, sedangkan T4 mewakili kondisi/temperatur lingkungan di luar alat pengeringan. T4 sendiri menggunakan sensor DHT11, yang umumnya dikenal sebagai sensor temperatur dan kelembaban, dengan temperatur tertinggi 36°C yang tercatat di T4 selama periode pengujian ini.

3.2. Hasil Pengujian 12 Jam

Berdasarkan grafik pada gambar, dapat dilihat bahwa temperatur tertinggi yang diperoleh oleh T1 (di ruang pembakaran) mencapai 148,9°C dan T2 (di ruang pengeringan) dengan temperatur maksimum 132,3°C. Kemudian, untuk T3 (cerobong asap), temperatur tertinggi yang diperoleh adalah 142,36°C, dan terakhir, T4 (lingkungan) dengan temperatur maksimum 36,91°C.



Gambar 6. Hasil 12 jam pengujian

3.3. Hasil Pengujian 10 dan 12 Jam

Berdasarkan tabel di atas, terlihat bahwa berat atau kadar air ikan menurun dari 60,3% pada 10 jam pertama menjadi 46,58% pada 22 jam kedua. Dengan demikian, kadar air menurun sebesar 73,37% selama hari pertama pengujian.

Tabel 2. *Hasil Pengujian 10 dan 12 Jam*

Waktu	Sebelum	Sesudah
600 menit	2,039	0,808
720 menit	0,774	0,5

3.4. Pembahasan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa temperatur optimal untuk pengeringan ikan adalah antara 60°C dan 70°C. Temperatur di bawah 70°C memungkinkan pengeringan terjadi secara bertahap, sehingga menjaga tekstur ikan dan memaksimalkan pengurangan kadar air tanpa mengorbankan kualitas. Sebaliknya, temperatur di atas 80°C menyebabkan daging ikan mulai matang daripada mengering, sehingga menghasilkan produk akhir yang tidak cocok untuk tujuan pengawetan.

Pengujian perangkat ini telah membuktikan bahwa kontrol temperatur melalui blower otomatis dan pengatur waktu digital memberikan distribusi panas yang stabil di dalam ruang pengeringan. Selama pengeringan, temperatur tertinggi yang diukur di ruang pengeringan adalah 70°C, yang sesuai untuk mengurangi kadar air secara perlahan tanpa mengubah karakteristik fisik ikan. Hal ini juga didukung oleh pengukuran temperatur di ruang pembakaran (T1), ruang pengeringan (T2), cerobong asap (T3), dan lingkungan (T4), yang menunjukkan stabilitas temperatur sepanjang proses.

Keunggulan perangkat pengeringan ini adalah sistem kontrol otomatisnya, yang memastikan bahwa blower beroperasi selama 2 menit menyala dan 2 menit mati. Hal ini membantu menjaga temperatur yang konsisten di dalam ruang pengering dalam kisaran ideal. Selain itu, metode ini lebih efektif daripada metode pengeringan tradisional, yang rentan terhadap kontaminasi dan ketidakstabilan temperatur akibat kondisi cuaca.

4. Kesimpulan

1) Mesin pengering ikan berbahan bakar gas dengan pengatur waktu digital dan sistem blower telah terbukti mampu mempertahankan temperatur yang stabil antara 60°C dan 70°C, sehingga menghasilkan proses pengeringan yang lebih efisien dan hasil yang lebih merata.
2) Inovasi pengatur waktu digital pada pengering ikan ini memudahkan penggunaan dengan memungkinkan blower diaktifkan secara otomatis sesuai waktu yang telah ditentukan, sehingga pengguna tidak perlu mengoperasikan blower secara manual.
3) Waktu pengeringan selama 16 jam cukup efektif, tetapi untuk ikan dengan daging tebal, pengeringan selama 22 jam memberikan hasil yang lebih optimal, memastikan pengurangan kelembapan maksimal tanpa merusak tekstur ikan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Jusnita N. Analisis Karakteristik Mutu Bahan Pangan Hasil Perikanan Pasca Panen. Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan. 2018.
2. Handoyo EA, Kristianto T. Studi Eksperimental Alat Pengering Ikan Tradisional dan Kendalanya pada Industri Kecil Menengah. Jurnal Teknik Mesin. 2003.
3. Malik A, Sihotang R, dkk. Pengantar Termodinamika dan Perpindahan Panas pada Proses Pengeringan Bahan Pangan. Jurnal Sains dan Teknologi. 2016.
4. Baehr HD, Stephan K. Heat and Mass Transfer. 2nd ed. Berlin: Springer; 2006.
5. Sipayung B, et al. Analisis Perpindahan Massa dan Panas pada Proses Dehidrasi Komoditas Pangan. Jurnal Teknik Pertanian. 2019.
6. Sari, et al. Studi Laju Pengeringan dan Kinetika Penurunan Kadar Air pada Bahan Pangan. Jurnal Teknologi Pangan. 2018.
7. Widyani R, Suciaty T. Prinsip Pengawetan Pangan. Cirebon: Swadaya; 2008.
8. Daulay, et al. Rancang Bangun Sistem Pengering Ikan Otomatis Berbasis Arduino Mega 2560 dengan Sumber Energi Biomassa. Jurnal Informatika dan Teknologi Komputer (J-ICOM). 2024.
9. Ar, Pohan. Implementasi Sensor Termokopel Tipe K dan SSR pada Pengendalian Temperatur Alat Pengering Berbahan Bakar Tempurung Kelapa. Jurnal Otomasi dan Instrumentasi. 2024.