

Studi Eksperimen Sistem Pengendali Kelembaban Otomatis Pada Lemari Pengereng Kopra Putih

Barlyano Pah¹, Ishak Sartana Limbong^{2*}, Verdy A. Koehuan³

¹⁻³) Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana
Jl. Adisucipto, Penfui-Kupang, NTT 85001, Tlp. (0380)881597

*Corresponding author: ishak.limbong@staf.undana.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk studi eksperimen dalam mengimplementasikan sistem kelembaban otomatis pada lemari pengereng kopra putih. Sistem ini dirancang untuk mengaktifkan fan secara otomatis saat kelembaban melebihi 35% dan mematikannya ketika kelembaban turun di bawah ambang batas tersebut. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa sistem berhasil mengeringkan 6,8 kg kopra putih dengan kadar air awal 46,9% menjadi 3,10% dalam waktu 4 hari, sesuai standar SNI 01-3946-1995. Pada hari pertama, laju pengeringan tertinggi mencapai 5,291 gram/menit pada jam kedua, sedangkan pada hari kedua laju pengeringan stabil di kisaran 3,723–2,702 gram/menit. Hari ketiga dan keempat menunjukkan penurunan laju pengeringan dengan nilai tertinggi masing-masing sebesar 1,504 gram/menit dan 0,537 gram/menit, yang mencerminkan pengaruh penurunan kelembaban material. Pengamatan menunjukkan bahwa kelembaban udara sangat mempengaruhi durasi pengeringan. Kelembaban tinggi memperpanjang waktu pengeringan, sedangkan kelembaban rendah mempercepat proses tersebut. Secara keseluruhan, sistem ini mampu mendukung proses pengeringan bertahap dan konsisten, menjadikannya solusi efektif untuk pengolahan kopra putih.

ABSTRACT

This research aims at an experimental study in implementing an automatic humidity system in a white copra drying cabinet. The system is designed to automatically activate the fan when the humidity exceeds 35% and turn it off when the humidity drops below that threshold. The experimental results showed that the system successfully dried 6.8 kg of white copra with an initial moisture content of 46.9% to 3.10% within 4 days, according to SNI 01-3946-1995 standard. On the first day, the highest drying rate reached 5.291 grams/minute in the second hour, while on the second day the drying rate stabilized in the range of 3.723-2.702 grams/minute. The third and fourth days showed a decrease in drying rate with the highest values of 1.504 grams/minute and 0.537 grams/minute, respectively, reflecting the effect of decreasing material moisture. Observations show that air humidity greatly affects the drying duration. High humidity prolongs the drying time, while low humidity accelerates the process. Overall, the system is capable of supporting a gradual and consistent drying process, making it an effective solution for white copra processing.

Keywords: Copra, Coconut, Automatic Humidity System, Drying, Humidity

1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara agraris tropis dengan sebagian besar wilayahnya berada di kawasan khatulistiwa. Salah satu komoditas unggulan dalam sektor pertanian tropis adalah kelapa, yang sebagian besar pengelolaannya dilakukan oleh petani rumah tangga. Produk kelapa seperti kopra menjadi komoditas penting, baik untuk kebutuhan dalam negeri maupun ekspor (Pringsewu, 2016). Sebagai produsen kopra terbesar kedua di dunia, Indonesia menghadapi tantangan signifikan, termasuk penurunan ekspor rata-rata 25,58% per tahun. Kopra berkualitas tinggi memiliki nilai tambah karena dapat diolah menjadi produk bernilai ekonomi seperti minyak kelapa dan berbagai perawatan kulit.

Pengeringan merupakan proses penting dalam produksi kopra, bertujuan mengurangi kadar air agar produk tahan lama dan berkualitas. Namun, pengeringan tradisional menggunakan sinar matahari atau tungku pemanas sering menghasilkan produk yang kurang optimal, terkontaminasi debu, atau berjamur akibat kadar air yang tidak terkontrol (Setiawati et al., 2020). Selain itu, tungku pemanas konvensional tidak mampu menjaga suhu dan kelembaban secara stabil, sehingga mengurangi kualitas kopra (Mujumdar, 2014).

Penelitian yang dilakukan oleh Anton et al. (2019) mengembangkan alat pengering kopra otomatis menggunakan sensor DHT11 untuk mendeteksi suhu dan kelembaban. Sistem ini dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino Uno dengan metode PID. Elemen pemanas digunakan sebagai sumber panas, sedangkan data ditampilkan melalui LCD. Pengujian menunjukkan alat ini membutuhkan waktu 690 menit untuk mencapai kelembaban 7%, dengan tingkat kesalahan rata-rata pengukuran suhu sebesar 1,42%.

Murad et al. (2015) membuat alat pengering tipe rak (tray dryer) yang memanfaatkan energi matahari sebagai sumber panas. Penelitian ini mengukur perubahan suhu, kelembaban relatif, dan laju pengeringan efektif terhadap waktu. Hasilnya menunjukkan bahwa peningkatan suhu udara pengering mempercepat proses penurunan kadar air bahan, hingga mencapai kadar air 9%.

Penelitian oleh Rakhmawati (2016) menggunakan heater sebagai sumber panas dan blower fan untuk sirkulasi udara panas. Sistem pengeringan menggunakan kontrol PI untuk menjaga suhu stabil pada 70°C. Data dipantau melalui LCD dan program visual studio. Proses ini berhasil menurunkan kadar air kelapa dari 53-55% menjadi 5% dalam waktu 18 jam.

Astuti (2019) mengembangkan alat pengering kopra otomatis berbasis solar system. Sistem ini dikontrol menggunakan Arduino, yang menerima input dari sensor DS18B20 untuk menjaga suhu stabil. Proses pengeringan mampu menurunkan kadar air kopra dari 50% menjadi 5% dalam 16 jam, dengan energi yang tidak bergantung pada cahaya matahari.

Kustiawan (2016) merancang sistem kontrol suhu dan kadar air menggunakan mikrokontroler Atmega 8535 dengan sensor LM35. Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk menurunkan kadar air kelapa segar dari 78,7% menjadi 5% pada suhu 70°C, diperlukan waktu 24 jam untuk berat 1 kg.

Di NTT, produktivitas kopra terkendala oleh metode pengeringan tradisional dan kurangnya mekanisasi (Amheka et al., 2019). Untuk itu, diperlukan inovasi berupa alat pengering otomatis yang mampu mengontrol kelembaban secara akurat, sehingga mendukung produksi kopra berkadar air rendah (di bawah 5%) (Ananto Pamungkas et al., 2013). Sistem pengering otomatis berbasis kelembaban dapat mempercepat proses pengeringan sekaligus meningkatkan kualitas akhir kopra putih. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji “Studi Eksperimen Sistem Pengendali Kelembaban Otomatis Pada Lemari Pengereng Kopra Putih.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Alat Dan Bahan

Adapun alat dan bahan dalam pembuatan alat pres yaitu:

Alat

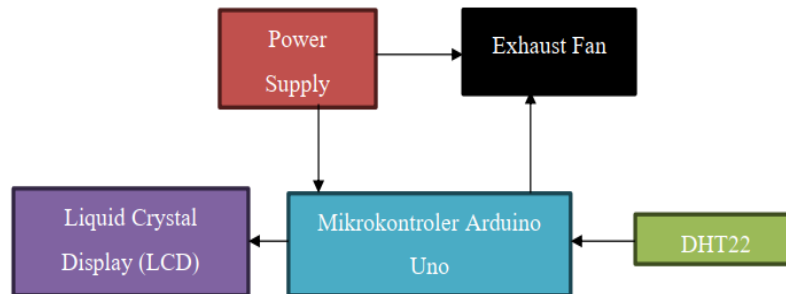
1. Lemari Pengereng
2. Termometer
3. Watt Meter
4. Sensor DHT22
5. Relay
6. *Liquid Crystal Display* (LCD)
7. Exhaust Fan
8. Arduino Uno

Bahan

Daging Buah Kelapa

2.2 Perancangan sistem hardware

Perancangan hardware dimulai dengan mengintegrasikan beberapa perangkat menjadi sebuah sistem. Perancangan hardware dilakukan untuk merancang rangkaian elektronika, pola komunikasi hardware, dan menentukan komponen yang diperlukan pada alat.



Gambar 1. Diagram Hardware

2.3 Prosedur Pengujian

Pengujian dilakukan dengan memasukkan semua variabel dan mulai menganalisa untuk mendapatkan kesimpulan, berikut variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian :

- Variabel bebas : kelembaban yang diatur lewat exhaust fan.
- Variabel terikat : kadar air kopra, suhu udara pengering, kelembaban relatif dan laju pengeringan.

Variabel terkontrol : Dimensi lemari pengering seperti volume ruangan dan luas permukaan atau dinding yang tertutupi oleh plastik UV. Plastik Ultraviolet (UV solar dryer) dengan tebal 0,2 mm berfungsi sebagai penutup rumah pengering untuk penyerapan radiasi matahari dengan UV protector 6%. Lemari pengering yang terdiri atas lima rak sebagai tempat kopra dikeringkan dengan beban pengeringan yang sama (1 kg/m^2).

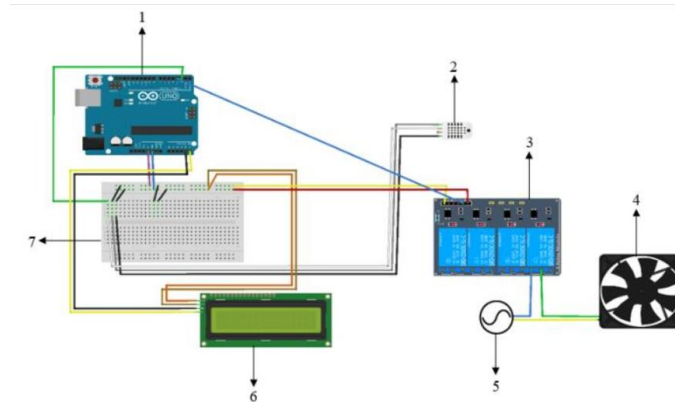
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil perancangan alat

Desain alat

Perancangan dan permodelan *sistem kelembaban otomatis* dibuat menggunakan software desain fritzing. Pembuatan Gambar desain ini agar menjadi landasan saat proses pengerjaan alat.

Pembuatan *sistem kelembaban otomatis* dibuat sesuai dengan Gambar desain yang telah dibuat sebelumnya. Proses pengerjaan melalui beberapa tahap sampai selesai. Pengerjaan alat terdiri dari beberapa langkah seperti pengukuran, pemotongan dan proses perakitan. Proses pengerjaan *sistem kelembaban otomatis* menggunakan alat bantu untuk memudahkan pengerjaan alat seperti mengukur dan membuat pola menggunakan meteran dan penggaris, memotong menggunakan gerinda tangan, mesin bor untuk membuat lubang, dan solder untuk mengabungkan kabel dengan sensor. Sensor kelembaban DHT22 diletakan pada bagian tengah lemari pengering seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain alat

1. Arduino Uno
2. Sensor DHT22
3. Relay
4. Exhaust Fan
5. Power Supply
6. LCD
7. Project Board



Gambar 3. Letak sensor DHT22

3.2 Mekanisme Kerja Alat

Sistem kelembaban otomatis bekerja dengan mengontrol tingkat kelembaban secara otomatis berdasarkan sensor kelembaban. Untuk mengoptimalkan kinerja *sistem kelembaban otomatis* maka digunakan beberapa komponen untuk mendukung kerja sistem ini, berikut komponen komponen *sistem kelembaban otomatis* dan cara kerjanya:

Exhaust Fan

Exhaust fan dalam sistem ini berfungsi untuk mengeluarkan udara lembab dari dalam lemari pengering (Punuf et al., 2023). Fan ini dikendalikan oleh relay yang terhubung ke Arduino. Untuk mendapatkan kopra dengan kualitas unggul, mereka menyarankan penggunaan udara dengan RH sekitar 35% selama 12 jam pertama dan kemudian dikurangi hingga 20% untuk menyelesaikan

pengeringan (Thanaraj et al., 2005). Maka dari itu, ketika sensor di dalam lemari mendeteksi bahwa kelembaban di dalam lebih dari 35%, relay akan mengaktifkan fan. Fan akan terus berputar hingga kelembaban turun di bawah 35%, lalu relay akan mematikan fan untuk menghentikan proses pengeluaran udara.

Sensor DHT22

Sensor DHT22 pertama ditempatkan di dalam lemari, tepatnya di bagian tengah, untuk mengukur suhu dan kelembaban di dalamnya. Sensor DHT22 yang kedua berada diluar ruangan untuk mengukur suhu dan kelembaban lingkungan. Sensor ini mengirimkan informasi suhu dan kelembaban secara berkala ke Arduino, yang kemudian diproses untuk pengambilan keputusan mengenai kontrol fan dan untuk menampilkan informasi tersebut di layar LCD.

Relay

Relay berfungsi sebagai saklar elektronik yang mengontrol aliran listrik ke fan. Ketika Arduino menerima data kelembaban dari sensor di dalam lemari dan mendeteksi bahwa kelembaban melebihi 35%, relay memutuskan aliran listrik, yang menyebabkan fan menyala. Sebaliknya, ketika kelembaban turun di bawah 35%, Arduino mengaktifkan relay sehingga aliran listrik ke fan terputus.

LCD

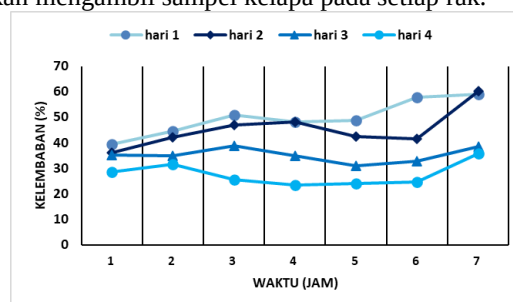
LCD yang terpasang pada sistem ini bertugas untuk menampilkan data suhu dan kelembaban yang diukur oleh kedua sensor. Setiap beberapa detik, data diperbarui dan ditampilkan di layar agar pengguna dapat dengan mudah memantau kondisi di dalam dan di luar lemari secara real-time.

Arduino UNO

Arduino berperan sebagai pengendali utama sistem ini. Arduino membaca data dari kedua sensor DHT22, kemudian memproses informasi kelembaban untuk menentukan apakah exhaust fan perlu dinyalakan atau dimatikan. Arduino juga bertanggung jawab untuk mengirim data ke LCD, sehingga informasi suhu dan kelembaban dapat dilihat oleh pengguna (Modok; & Modok;, 2024). Dengan demikian, seluruh sistem beroperasi secara otomatis berdasarkan logika kontrol yang diatur oleh program di Arduino.

3.3 Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan dengan cara memasang atau menginstalasi perangkat hardware ke lemari pengering. Kemudian meletakkan kelapa dengan berat awal 6,8 kg yang sudah dibelah dengan kadar airnya masih 46,9%. Sistem kelembaban otomatis di uji coba sampai kadar air kelapa 3,10% dengan total waktu pengeringan selama 4 hari dengan waktu oprasional dari jam 10 pagi sampai 4 sore. Pengukuran dilakukan mengambil sampel kelapa pada setiap rak.

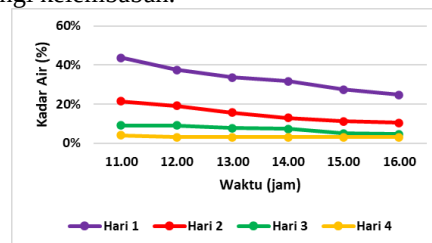


Gambar 4. Pergerakan grafik kelembaban selama pengeringan

Berdasarkan data kelembaban yang dikumpulkan selama empat hari proses pengeringan (Gambar 5), pada hari pertama, kelembaban terukur antara 39,5% hingga 59,1%, yang berkontribusi pada lambatnya laju pengeringan. Hari kedua menunjukkan fluktuasi kelembaban dalam rentang 36% hingga 60,1%, yang masih menghambat proses pengeringan. Namun, pada hari ketiga, kelembaban mulai menurun dan stabil pada kisaran 30,9% hingga 38,8%, yang berdampak positif terhadap peningkatan laju pengeringan. Pada hari keempat, kelembaban mencapai level terendah, berkisar antara 23,4% hingga 35,7%, yang memungkinkan proses pengeringan berlangsung dengan lebih efisien. Penurunan berat kopra yang paling signifikan terlihat pada hari ketiga dan keempat, yang sejalan dengan penurunan kelembaban. Berdasarkan pada Gambar 5, pada hari pertama, kelembaban awal di dalam lemari berada di angka 39,5% pada jam pertama, yang berarti fan tidak akan aktif karena nilai ini masih di bawah aturpoint 35%. Namun, pada jam kedua, kelembaban naik menjadi 44,6%, melebihi batas 35%, sehingga relay akan mengaktifkan fan untuk mengurangi kelembaban. Fan terus bekerja hingga kelembaban turun, tetapi data menunjukkan tren kelembaban yang meningkat hingga puncaknya di jam ketujuh mencapai 59,1%. Ini menunjukkan bahwa proses sirkulasi udara oleh fan tidak sepenuhnya efektif dalam mengatasi kelembaban yang meningkat drastis di dalam lemari. Fan tetap aktif sepanjang waktu namun tidak mampu mencapai aturpoint di bawah 35%.

Pada hari kedua, kondisi kelembaban di awal proses adalah 36%, sedikit di atas ambang batas 35%, sehingga fan langsung aktif pada jam pertama. Kelembaban mengalami kenaikan pada jam kedua hingga 42,2% dan terus meningkat hingga mencapai puncaknya di 60,1% pada jam ketujuh. Kenaikan ini menunjukkan adanya akumulasi kelembaban di dalam lemari, yang mungkin disebabkan oleh kurang optimalnya sirkulasi udara atau adanya sumber kelembaban tambahan. Fan tetap bekerja selama proses pengeringan, tetapi penurunan kelembaban yang signifikan tidak terjadi, dengan nilai kelembaban pada akhir proses masih 41,6%. Pada hari ketiga, kelembaban awal tercatat di angka 35,1%, hanya sedikit di atas ambang batas. Dengan demikian, fan segera aktif untuk menurunkan kelembaban. Pada jam kedua, kelembaban turun sedikit menjadi 34,8% dan cenderung berfluktuasi di sepanjang proses. Fan bekerja efektif ketika kelembaban mencapai 30,9% pada jam kelima, tetapi kemudian naik lagi menjadi 38,5% di jam ketujuh. Tren ini menunjukkan bahwa sistem kontrol bekerja cukup baik di awal, tetapi kelembaban sulit dijaga tetap stabil dalam rentang di bawah 35% pada jam-jam selanjutnya.

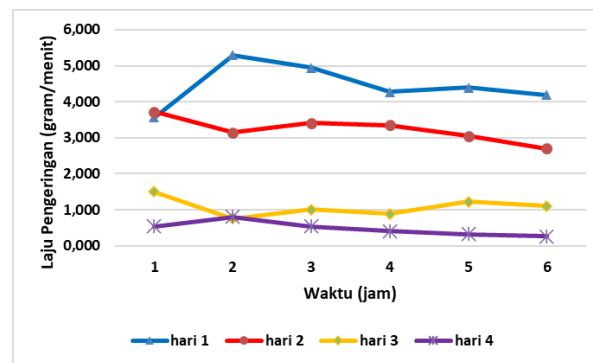
Pada hari keempat, kelembaban awal hanya 28,5%, yang berarti fan tidak aktif karena nilai ini sudah di bawah aturpoint 35%. Pada jam kedua, kelembaban sedikit naik menjadi 31,7%, tetapi nilai ini masih dalam batas aman sehingga fan tetap tidak diaktifkan. Kelembaban kemudian mengalami fluktuasi kecil dan stabil pada kisaran 24-25% selama jam ketiga hingga jam keenam. Namun, pada jam ketujuh, kelembaban naik kembali menjadi 35,7%, menyebabkan fan akan kembali aktif untuk mengurangi kelembaban.



Gambar 5. Penurunan kadar air selama pengeringan

Untuk mengetahui kadar air setelah pengeringan maka dilakukan perhitungan:

$$KA(bb) = \frac{wb - wk}{wb} \times 100\%$$



Gambar 6. Hubungan laju pengeringan terhadap waktu pengeringan kopra

Untuk mengetahui laju pengeringan selama pengeringan kelapa maka dilakukan perhitungan:

$$\frac{dw}{dt} = \frac{w_{t0} - w_{t1}}{\Delta t}$$

Berdasarkan Gambar 7 laju pengeringan pada hari pertama menunjukkan pola yang cenderung meningkat. Dimulai dengan nilai 3,562 gram/menit, laju pengeringan mengalami peningkatan tajam hingga mencapai puncaknya pada jam kedua dengan nilai 5,291 gram/menit. Aturelah itu, terlihat adanya penurunan bertahap seiring berjalannya waktu hingga stabil di sekitar 4.000 gram/menit pada jam kelima dan keenam. Fenomena ini menunjukkan bahwa proses pengeringan berlangsung sangat efektif di awal ketika kadar air pada material masih tinggi, yang memungkinkan penguapan air berjalan lebih cepat. Seiring berkurangnya kadar air, laju pengeringan melambat akibat penurunan kelembaban relatif dalam material. Pada hari kedua, laju pengeringan cenderung lebih stabil dibandingkan hari pertama. Nilai awal laju pengeringan berada di 3,723 gram/menit dan tidak mengalami fluktuasi besar sepanjang waktu pengeringan. Kondisi ini menunjukkan proses pengeringan yang berjalan lebih konstan tetapi tidak secepat hari pertama. Laju pengeringan yang stabil dapat dihubungkan dengan kelembaban awal material yang lebih rendah dibandingkan hari pertama atau suhu lingkungan yang lebih merata.

Berbeda dengan hari pertama dan kedua, tren pengeringan pada hari ketiga menunjukkan angka yang lebih rendah. Laju pengeringan awal hanya pada 1,504 gram/menit, kemudian mengalami penurunan secara bertahap dan cenderung stagnan di sekitar nilai 1.000 gram/menit pada jam keempat hingga keenam. Namun, terdapat sedikit peningkatan pada jam kelima yang mungkin disebabkan oleh sistem yang menyalahkan fan sehingga terjadi pembuangan kelembaban. Meskipun demikian, laju pengeringan ini tetap jauh lebih lambat dibandingkan dengan dua hari sebelumnya. Hari keempat menunjukkan laju pengeringan yang paling lambat di antara semua hari. Nilai awal hanya di 537 gram/menit dan terus menurun hingga 269 gram/menit pada jam ketiga dan seterusnya. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti kelembaban lingkungan yang lebih tinggi dan penurunan performa alat pengering seperti fan dan heater. Penurunan yang stabil ini menegaskan bahwa proses pengeringan pada hari tersebut berjalan dengan efisiensi yang rendah.

Secara keseluruhan, perbedaan laju pengeringan dan penurunan kelembaban selama empat hari ini menunjukkan adanya variasi yang dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti kelembaban awal material, distribusi suhu, serta pengeluaran kelembaban selama proses pengeringan berlangsung. Hari pertama memberikan hasil terbaik dalam hal efektivitas pengeringan, sedangkan hari keempat menunjukkan performa yang paling rendah. Hasil ini memberikan gambaran bahwa pengendalian kelembaban, sirkulasi udara, dan kelembaban lingkungan memiliki peran penting dalam menentukan laju pengeringan yang optimal.

3.4 Pembahasan Hasil Penelitian

Sistem kelembaban didesign untuk melakukan pengeringan secara otomatis dengan mengontrol kelembaban pada lemari pengering kopra dengan besaran kelembaban yang sudah ditentukan. Sistem bekerja dengan memanfaatkan beberapa komponen untuk mengoptimalkan kinerja kerja alat diantaranya lemari pengering, exhaust fan dan komponen kontrol. Bagian-bagian sistem didesign dengan memiliki spesifikasi yang mendukung kerja sistem. Exhaust fan digunakan untuk mengeluarkan kelembaban yang dimiliki oleh kelapa. Sensor DHT22 yang diletakan pada bagian dalam lemari digunakan untuk mengetahui nilai kelembaban didalam lemari pengering. Relay digunakan untuk mematikan dan menghidupkan fan. Arduino Uno sebagai mikrokontroler dipakai untuk mengontrol keseluruhan sistem. Pengujian alat dilakukan di lemari pengering menggunakan plastik UV pada kelapa dengan kadar air 46,9% dengan berat kelapa 6,8kg dengan total waktu selama 24 jam. Selama pengujian dilakukan pengambilan data dari sampel kelapa dari 4 rak dan kelembaban dalam lemari setiap 1 jam. Pada pengujian sistem telah menunjukkan hasil yang baik dilihat dari, saat nilai kelembaban lebih dari 35% kontroler mematikan relay untuk menghidupkan fan dan saat nilai kelembaban kurang dari 35% kontroler menghidupkan relay untuk mematikan fan.

Dari hasil perancangan alat dan pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa pengeringan kelapa untuk menghasilkan kopra yang dilakukan menggunakan sistem otomatis kelembaban telah bekerja dengan baik dan dapat digunakan untuk keperluan produksi kopra. Hal ini dapat dilihat dari hasil pengujian sistem yang menunjukkan hasil kontrol kelembaban yang ketika data kelembaban kurang 35% maka sistem akan berjalan yang hampir sama dengan pengujian sistem pengontrol yang dilakukan oleh (Anton et al., 2019) sistem pengontrol suhu pada alat pengering kopra dengan metode PID. Design sistem yang telah dibuat dapat digunakan untuk lemari pengering dengan ukuran minimal 150 x 60 x 60cm. Kelapa dengan berat awal 6,8 kg yang sudah dibelah dengan kadar airnya masih 46,9%. Sistem kelembaban otomatis di uji coba sampai kadar air kelapa 3,10% dengan total waktu pengeringan selama 4 hari dengan waktu oprasional dari jam 10 pagi sampai 4 sore. Penggunaan sistem kelembaban otomatis memungkinkan untuk mempermudah industri mikro untuk melakukan proses pengeringan kopra secara cepat untuk menghasilkan pengeringan kopra secara maksimal, tidak bergantung pada sinar matahari langsung dan dengan mengatur pengeluaran udara lembab. Kelembaban dalam lemari pengeringan sangat penting karena kopra putih sangat sensitif terhadap kelembaban. Sistem ini dapat mempercepat proses pengeringan dan meningkatkan kualitas akhir kopra

4. KESIMPULAN

Dari hasil eksperimen sistem kelembaban otomatis dapat disimpulkan bahwa:

- Dari hasil eksperimen menunjukkan hasil pengeringan kopra putih 6,8 kg kondisi basah dengan kadar air 46,9% berhasil dikeringkan selama 4 hari pengujian dengan kadar air pengeringan 3,10% sesuai dengan standar SNI 013946-1995.
- Saat mencapai kelembaban yang sudah atur yaitu ketika kelembaban diatas 35% maka sistem akan menghidupkan fan dan pada saat kelembaban dibawah 35% maka fan akan mati untuk mengeluarkan kelembaban didalam lemari pengering kopra putih.
- Secara keseluruhan pada hari pertama, laju pengeringan tertinggi mencapai 5,291 gram/menit di jam kedua, sementara pada hari kedua stabil di kisaran 3,723–2,702 gram/menit. Pada hari ketiga dan keempat, laju pengeringan lebih rendah, dengan nilai tertinggi hanya 1,504 gram/menit dan 0,537 gram/menit, menunjukkan pengaruh penurunan kelembaban pada material. Sistem mengatur kelembaban secara otomatis, mendukung laju pengeringan yang bertahap dan konsisten.
- Dari pengamatan dapat disimpulkan bahwa kelembaban sangat mempengaruhi lamanya pengeringan, dimana saat kelembaban udara tinggi yang mengakibatkan waktu pengeringan

semakin lama. Begitu pun sebaliknya saat kelembaban udara rendah yang mengakibatkan waktu pengeringan menjadi lebih cepat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Amheka, A., I. Nafi, S., & J. D Lalel, H. (2019). PEMBERDAYAAN INDUSTRI KOPRA PUTIH DI NUSA TENGGARA TIMUR YANG BERKUALITAS DAN BERDAYA SAING TINGGI. *JPM17: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(1). <https://doi.org/10.30996/jpm17.v4i1.1995>
- [2]. Ananto Pamungkas, B., Fatchur Rochim, A., & Didik Widiyanto, E. (2013). Perancangan Jaringan Sensor Terdistribusi untuk Pengaturan Suhu, Kelembaban dan Intensitas Cahaya. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer*, 1(2), 42. <https://doi.org/10.14710/jtsiskom.1.2.2013.42-48>
- [3]. Anton, A., Joi, I., & Syafriwandi, R. (2019). Sistem Pengontrol Suhu Pada Alat Pengering Kopra Dengan Metode PID. *Elektron : Jurnal Ilmiah*, 11(1). <https://doi.org/10.30630/eji.11.1.95>
- [4]. Kustiawan, H. D. (2016). Rancang Bangun Sistem Kontrol Temperatur dan Kadar Air pada Ruang Pengering Kopra Menggunakan Mikrokontroler ATMEGA 8535. *Repository UM Jember*.
- [5]. Modok;, G. R., & Modok;, G. R. (2024). *Rancang bangun automatic feeder dan filter air kolam untuk budidaya ikan nila*. [//skripsi.undana.ac.id/index.php?p=show_detail&id=21627&keywords=RANCANG+BANGUN+AUTOMATIC+FEEDER+DAN+FILTER+AIR+KOLAM+UNTUK+BUDIDAYA+IKAN+NILA](https://skripsi.undana.ac.id/index.php?p=show_detail&id=21627&keywords=RANCANG+BANGUN+AUTOMATIC+FEEDER+DAN+FILTER+AIR+KOLAM+UNTUK+BUDIDAYA+IKAN+NILA)
- [6]. Mujumdar, A. S. (2014). *Handbook of Industrial Drying* (A. S. Mujumdar, Ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b17208>
- [7]. Murad, O. ;, Sabani, R., Mahardhian, G., & Putra, D. (2015). PENERINGAN LAPIS TIPIS KOPRA PUTIH MENGGUNAKAN OVEN PENERING White Copra Thin Layer Method using Drying Oven. In *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem* (Vol. 3, Issue 2).
- [8]. Pringsewu, K. (2016). KOMPUTASI VISUAL BASIC UNTUK OPTIMALISASI DAN REDESAIN PROSES AWAL PENERINGAN KOPRA DI USAHA KOPERASI BERSAMA KOPRA PUTIH SONIA.
- [9]. Punuf, R., Riwu, D. B. N., & Koehuan, V. A. (2023). Eksperimen Rumah Pengering Ikan Sarden Model Ultra Violet (UV) Solar Dryer Kombinasi dengan Sistem Solar Air Heater Melalui Variasi Kecepatan Udara Keluar. *LONTAR Jurnal Teknik Mesin Undana*, 10(01), 42–55. <https://doi.org/10.35508/LJTMU.V10I01.11986>
- [10]. Rakhmawati, R. (2016). Rancang Bangun Alat Pengering Buah Kelapa Guna Produksi Kopra Menggunakan Kontrol PI. *Jurnal Techno Bahari Politeknik Negeri Madura*, 3(1). <https://jurnal.poltera.ac.id/index.php/technobahari/article/view/15>
- [11]. Setiawati, D. A., Hakim, M. L., & Sukmawaty, S. (2020). RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN SUHU RUANG PENERING HYBRID TIPE RAK BERPUTAR BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO MEGA. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 9(1). <https://doi.org/10.23960/jtep-l.v9i1.1-9>
- [12]. Thanaraj, T., Dharmasena, D. A. N., & Samarajeewa, U. (2005). *Copra drying in an improved solar dybrid system, CRI improved kiln and in the sun. a comparative study of drying characteristics*. Coconut Research Institute of Sri Lanka. Lunuwila. <https://dl.nsf.gov.lk/1/7361>