

Modifikasi Lemari Sterilisasi Kaleng Ikan Menjadi Mesin *Vacuum Dryer* Sebagai Sarana Praktikum dan Penelitian di Laboratorium Rekayasa Pangan

Modification of a Fish Can Sterilization Cabinet into a Vacuum Dryer Machine as a Facility for Practicum and Research in the Food Engineering Laboratory

Angga Herviona Ikhwanudin*, Nurul Widadi, Guntoro, Ahmad Zainal Abidin, Jefry Oktanuriawan, Widya Rahmawati

Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Jember

*angga_herviona@polije.ac.id

ABSTRAK

Laboratorium TRP merupakan sarana yang digunakan untuk kegiatan pendidikan dan penelitian. Tingginya frekuensi kegiatan pendidikan maupun penelitian di Laboratorium TRP terutama yang berkaitan dengan proses pengeringan, menekankan kebutuhan untuk menyediakan fasilitas yang memadai guna mendukung proses pembelajaran dan penelitian. Opsi terbaik untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu dengan memodifikasi lemari sterilisasi kaleng untuk kemudian dapat dirancang menjadi alat pengering yang belum tersedia di laboratorium TRP, yaitu vacuum dryer dan mesin pengering. Metode penelitian yang digunakan yaitu penelitian dan pengembangan yang terdiri dari perancangan modifikasi alat, instalasi sistem alat, pengujian kinerja alat dan pengujian kualitas produk hasil pengeringan alat. Prinsip kerja mesin mini vacuum dryer yaitu mengeringkan bahan pangan menggunakan energi listrik yang dikonversi menjadi energi panas dalam tekanan vakum. Sedangkan Mesin pengering bahan pangan, mengeringkan bahan pangan menggunakan energi listrik yang dikonversi menjadi energi panas. Bahan yang digunakan untuk uji kinerja mesin adalah cabai rawit dan cabai hijau. Pengujian kinerja alat yang dilakukan terdiri uji energi, uji suhu pengeringan, uji rendemen, uji kualitas produk yang terdiri dari uji kadar air, uji kadar vitamin C, dan uji warna.

Kata kunci — Mini Vacuum Dryer, Mesin Pengering, Modifikasi alat.

ABSTRACT

The TRP Laboratory serves as a facility for both educational and research activities. The high frequency of educational and research activities in the TRP Laboratory, especially those related to the drying process, emphasizes the need to provide adequate facilities to support learning and research outcomes. The most effective solution to overcome this problem is to modify the existing canned fish sterilization cabinet to be designed into a mini vacuum dryer and standard drying machine that is currently unavailable in TRP Laboratory. The research method used is research and development which consists of designing tool modifications, installing tool systems, performance testing, and the analysis of dried product quality. The working principle of the mini vacuum dryer machine is to dry food materials using electrical energy converted into heat energy under vacuum pressure. Meanwhile, the food drying machine dries food materials using electrical energy converted into heat energy. The materials used for the machine performance and quality test are cayenne pepper and green chili. The tool performance tests include energy consumption, drying temperature tests, yield tests, and product quality tests consisting of moisture content test, vitamin C content analysis, and color tests.

Keywords — Mini vacuum dryer, Drying Machine, Equipment Modification.

1. Pendahuluan

Program Studi Teknologi Rekayasa Pangan (TRP) menekankan pentingnya pemahaman terhadap mesin maupun peralatan pengolahan

pangan. Mata kuliah “Mesin dan Peralatan” merupakan salah satu mata kuliah dalam kurikulum Program Studi TRP yang dirancang untuk memberikan pemahaman mendalam mengenai prinsip kerja, desain, cara

OPEN ACCESS

© 2025. Angga Herviona Ikhwanudin, Nurul Widadi, Guntoro, Ahmad Zainal Abidin, Jefry Oktanuriawan, Widya Rahmawati



Creative Commons
Attribution 4.0 International License

pengoperasian, aplikasi, hingga pemeliharaan berbagai mesin dan peralatan yang sering digunakan dalam industri pengolahan pangan. Mesin pengering menjadi salah satu alat yang dipelajari untuk proses pengurangan kadar air dalam bahan pangan. Di Laboratorium TRP, alat pengering seperti dehidrator sering digunakan dalam kegiatan praktikum, hal tersebut bertujuan agar mahasiswa dapat memahami prinsip dan proses pengeringan bahan pangan menggunakan alat pengering. Penggunaan berbagai alat pengering dalam industri pangan dapat mempengaruhi kualitas produk akhir, sehingga penting bagi mahasiswa untuk memahami cara kerja dan aplikasi masing-masing alat pengering[1].

Meskipun alat pengering seperti dehidrator telah digunakan dalam kegiatan praktikum di Mata Kuliah “Mesin dan Peralatan”, namun Laboratorium TRP saat ini belum memiliki mesin *vacuum dryer* yang merupakan alat pengering yang efisien karena dapat mempercepat proses pengeringan dan dapat mempertahankan kualitas produk[2]. Selain itu, ketiadaan alat ini dapat membatasi ruang lingkup praktikum dan penelitian mahasiswa dalam memahami teknologi pengeringan modern yang sering diterapkan dalam skala industri.

Selain sebagai sarana kegiatan belajar mengajar, Laboratorium TRP juga merupakan sarana yang digunakan untuk kegiatan penelitian. Penelitian yang dilakukan di Laboratorium TRP seringkali berkaitan dengan proses pengeringan bahan pangan. Tingginya frekuensi kegiatan praktikum maupun penelitian di Laboratorium TRP terutama yang berkaitan dengan proses pengeringan, menekankan kebutuhan untuk menyediakan fasilitas yang memadai guna mendukung proses pembelajaran dan penelitian. Seiring dengan hal tersebut, pemanfaatan alat yang ada menjadi opsi terbaik untuk mengatasi permasalahan tersebut, salah satunya dengan memodifikasi peralatan yang sudah tersedia di Laboratorium TRP untuk kemudian dapat dirancang menjadi alat pengering yang belum tersedia di laboratorium TRP, yaitu *vacuum dryer*. Pengeringan menggunakan *vacuum dryer* merupakan salah satu metode pengeringan yang mempunyai keunggulan dalam mempertahankan mutu hasil pengeringan, khususnya produk-produk yang sensitif terhadap panas[3].

Terdapat beberapa alat di Laboratorium TRP yang belum dimanfaatkan secara optimal dalam penggunaannya, baik karena keterbatasan fungsi, maupun dikarenakan belum adanya kebutuhan spesifik untuk penggunaan dalam proses pembelajaran maupun penelitian tertentu. Hal ini menjadi tantangan sekaligus peluang untuk melakukan inovasi, seperti memodifikasi alat yang ada agar lebih sesuai dengan kebutuhan praktikum maupun penelitian. Salah satu alat yang belum digunakan secara maksimal di Laboratorium TRP yaitu lemari sterilisasi kaleng ikan. Alat ini memiliki potensi untuk dimodifikasi menjadi mesin *vacuum dryer* mengingat adanya kesamaan pada struktur dasar lemari sterilisasi dengan kebutuhan komponen utama pada alat *vacuum dryer*, yakni adanya ruang (*chamber*) untuk ruang vakum dan elemen pemanas[4]. Pemanfaatan kembali alat yang belum optimal ini akan lebih efisien dibandingkan dengan pengadaan alat baru, sekaligus dapat menjadi sarana pembelajaran berbasis proyek yang aplikatif.

Metode pengeringan menggunakan *vacuum dryer* terbukti lebih efisien dibandingkan dengan metode pengeringan lainnya, seperti pengeringan menggunakan dehidrator. Dehidrator bekerja dengan aliran udara panas pada tekanan atmosfer yang dapat membuat beberapa bahan yang sensitif dapat mengalami penurunan mutu, seperti perubahan warna, tekstur, dan kehilangan kandungan gizi serta waktu pengeringan yang relatif lama. Sedangkan *vacuum dryer* bekerja pada tekanan rendah yang menyebabkan titik didih air turun, sehingga pengeringan dapat dilakukan pada suhu lebih rendah. Hal ini menjaga kualitas bahan yang dikeringkan, mempercepat proses pengeringan, serta mengurangi kerusakan nutrisi dan sifat fisik bahan[3],[4]. Keunggulan tersebut membuat mesin *vacuum dryer* menjadi pilihan teknologi yang lebih unggul, hemat energi dan efisien untuk diterapkan dalam skala laboratorium maupun industri kecil.

Kebaruan penelitian ini terletak pada pendekatan rekayasa dan pemanfaatan ulang peralatan laboratorium yang sudah tersedia, yaitu lemari sterilisasi kaleng ikan, menjadi mesin *vacuum dryer* hasil modifikasi yang difungsikan secara ganda sebagai sarana praktikum dan penelitian. Berbeda dengan penelitian

sebelumnya yang umumnya berfokus pada perancangan *vacuum dryer* baru dari awal atau pada pengujian kinerja pengeringan saja, penelitian ini mengintegrasikan aspek modifikasi alat eksisting, evaluasi teknis kinerja mesin, serta analisis kualitas produk hasil pengeringan dalam satu kesatuan sistem pembelajaran berbasis laboratorium. Selain itu, penelitian ini juga menghasilkan dua *prototipe* berbeda, yaitu mesin *vacuum dryer* hasil modifikasi dan mesin *mini vacuum dryer*, yang dirancang untuk menjawab keterbatasan teknis alat awal. Pendekatan ini memberikan kontribusi baru dalam pengembangan fasilitas laboratorium pendidikan vokasi yang lebih efisien, aplikatif, dan berorientasi pada kebutuhan praktikum serta penelitian teknologi pengeringan pangan.

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan yang diuraikan, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Merancang dan memodifikasi lemari sterilisasi kaleng ikan yang ada di Laboratorium Rekayasa Pangan menjadi mesin *mini vacuum dryer* dan mesin *vacuum dryer* hasil modifikasi yang efektif dan efisien.
2. Menganalisis dan menguji kinerja mesin *mini vacuum dryer* dan mesin *vacuum dryer* hasil modifikasi, meliputi parameter suhu pengeringan, tekanan vakum, dan waktu pengeringan.
3. Menguji dan mengevaluasi kualitas produk hasil pengeringan menggunakan mesin *mini vacuum dryer* dan mesin *vacuum dryer* hasil modifikasi serta membandingkan hasil produk menggunakan mesin dehydrator yang ada di Laboratorium

Referensi ilmiah diperlukan untuk mendukung penelitian ini agar dapat berjalan sesuai yang diharapkan.

1. SNI Cabai Kering

SNI 3389:2023 mengatur standar mutu cabai kering untuk spesies *Capsicum annum* (cabai besar/keriting) dan *Capsicum frutescens* (rawit). Standar ini mencakup persyaratan fisik, kimia, dan mikrobiologi untuk menjamin kualitas produk.

2. Pengeringan cabai dan pembuatan serbuk cabai

Pengeringan bertujuan meningkatkan nilai tambah, masa simpan, dan kemudahan

distribusi. Proses produksi bubuk cabai meliputi: sortasi, pencucian, pembelahan, blanching, pengeringan, penggilingan, pengemasan, dan penyimpanan. Teknologi *vacuum dryer* terbukti menghasilkan cabai kering dengan vitamin C, warna, dan aroma lebih baik dibanding pengeringan matahari [5][6].

3. Uji Komposisi Nutrisi Cabai Kering

SNI 3389:2023 menetapkan uji mutu fisik, kimia, dan mikrobiologi. Parameter kimia utama:

- Kadar air: maksimal 11%
- Kadar abu: maksimal 8%
- Vitamin C: diuji berdasarkan SNI 01-3553-1995
- Warna (L, a, b*)^{**}: diukur menggunakan colorimeter sesuai sistem warna CIELAB. Penelitian menunjukkan pengeringan sesuai standar dapat mempertahankan kualitas nutrisi [7].

4. Uji Kadar Air

Dilakukan dengan metode oven (gravimetri) pada suhu 105°C hingga berat konstan, sesuai SNI 01-2891-1992.

2. Metode Penelitian

2.1. Alat

Penelitian menggunakan alat-alat untuk memodifikasi lemari sterilisasi menjadi mesin *vacuum dryer*, yaitu:

- [1] Termostat digital & termokopel tipe K untuk pengaturan dan pengukuran suhu pengeringan.
- [2] Elemen pemanas 4 × 1500 W (total 6000 W) sebagai sumber panas.
- [3] Timer digital untuk pengaturan waktu pengeringan otomatis.
- [4] Karet list E 10 mm untuk menjaga kedap udara ruang vakum.
- [5] Pressure gauge untuk memonitor tekanan.
- [6] Pompa vakum ½ HP untuk menciptakan kondisi vakum.
- [7] Plat stainless steel 304 untuk modifikasi rangka.
- [8] Kontakor dan SSR sebagai komponen kontrol kelistrikan.

2.2. Bahan

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini yaitu cabai rawit dan cabai hijau, masing-masing

2 kg per sekali proses pengeringan, digunakan sebagai sampel uji kinerja mesin.

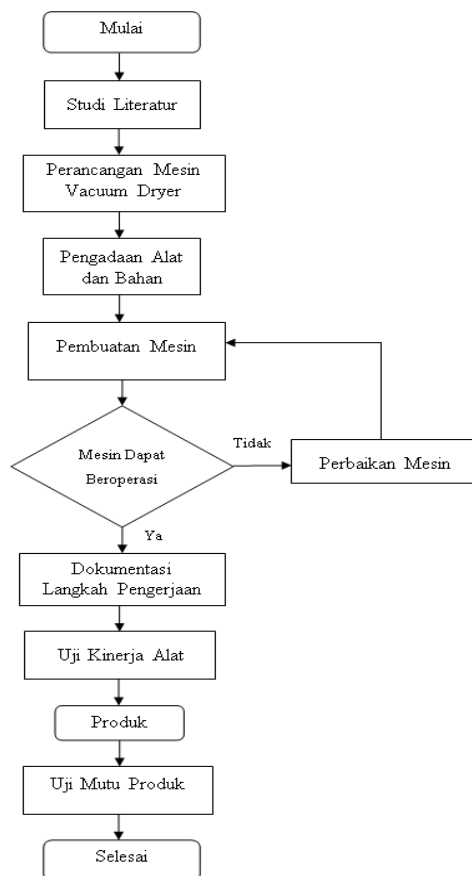
2.3. Prosedur Penelitian

Penelitian menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan tahapan meliputi desain, pembuatan alat, dan uji kinerja. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini.

2.4. Hasil yang diharapkan

Mesin *vacuum dryer* diharapkan:

- Mengeringkan cabai lebih cepat.
- Menggunakan suhu lebih rendah dan energi lebih efisien.
- Menghasilkan produk berkualitas lebih baik dibanding pengering biasa.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

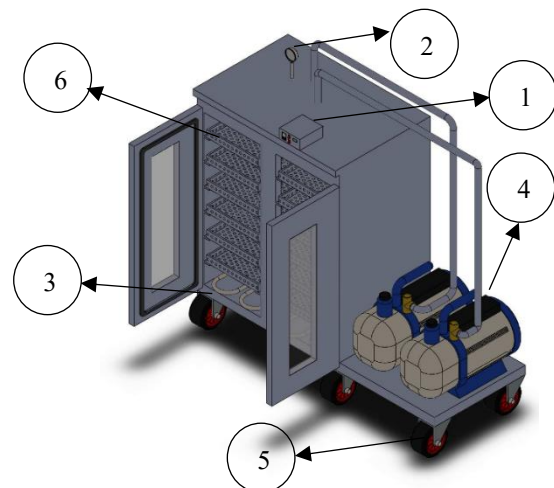
2.5. Metode Pembuatan Alat

Proses pembuatan alat mesin *vacuum dryer* dapat dijabarkan sebagai berikut:

- a. Modifikasi lemari pengering
Modifikasi lemari pengering dilakukan dengan memasang karet seal pintu untuk

membuat kondisi lemari menjadi vakum, kemudian pembuatan lubang saluran pompa vakum dan pressure gauge. Setelah itu dilakukan pemasangan heater 1500 W sebanyak 4 unit. Dudukan pompa vakum dibuat diatas lemari stainless steel.

- b. Instalasi kelistrikan
Instalasi kelistrikan untuk mengatur jalur listrik dari sumber listrik PLN menuju mesin *vacuum dryer* yang terdiri dari MCB, kontaktor, timer digital, *heater*, dan thermostat.
- c. Instalasi pompa vakum dan pressure gauge
Pompa vakum menggunakan pompa vakum ½ pk dan dipasang diatas lemari stainless steel.
- d. Desain Teknik mesin *vacuum dryer*
Desain awal mesin *vacuum dryer* dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Desain awal mesin *vacuum dryer*
Keterangan:

1. Panel Kontrol (Termostat dan timer)
2. Pressure Gauge
3. Heater
4. Pompa vakum
5. Roda penggerak
6. Tray pengering

2.6. Metode Uji Kinerja Pengeringan

Uji kinerja dilakukan untuk melakukan verifikasi bahwa mesin yang dibuat dapat berfungsi dengan baik. Uji kinerja yang dilakukan dapat dijabarkan sebagai berikut:

- a. Uji Pengeringan
Uji pengeringan dilakukan dengan membandingkan mesin *vacuum dryer* hasil modifikasi dan *food dehydrator* di

laboratorium. Bahan yang dikeringkan adalah cabai dengan variabel perlakuan berupa suhu (60°C), waktu (7 jam), posisi tray (atas, tengah, dan bawah). Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja mesin yang dimodifikasi dibandingkan dengan *food dehydrator* di laboratorium dengan parameter sebaran suhu tiap *tray* dan rendemen bahan tiap *tray*.

- b. Uji Kadar Air (SNI 01-2891-1992)
Uji kadar air cabai menggunakan metode oven pada suhu 105°C hingga konstan. Batas kadar air cabai kering sesuai SNI adalah 11%.
- c. Uji Komposisi Nutrisi (SNI 3389:2023)
Uji komposisi nutrisi yang dilakukan yaitu kadar vitamin C dan warna menggunakan *color reader*.

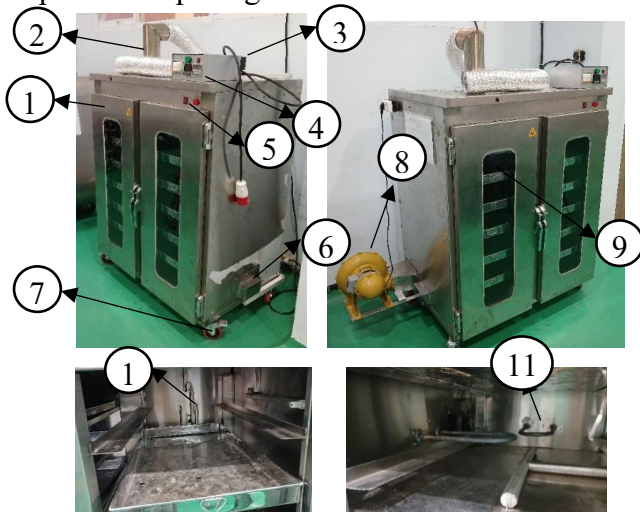
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Penelitian

Penelitian ini berlangsung selama 28 April – 06 Desember 2025 dan menghasilkan dua jenis alat pengering yaitu:

3.1.1. Mesin *vacuum dryer* hasil modifikasi

Mesin *vacuum dryer* ini dibuat dari modifikasi lemari stainless steel kaleng ikan menggunakan sumber panas dari elemen pemanas dan memiliki thermostat dengan rentang ukur suhu $30\text{--}90^{\circ}\text{C}$. Mesin ini dilengkapi dengan tray pengering 12 unit, roda penggerak, panel kontrol, *data logger*, *blower*, dan cerobong *exhaust*. Mesin *vacuum dryer* hasil modifikasi dapat dilihat pada gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Mesin *vacuum dryer* hasil modifikasi

Keterangan:

1. Lemari Pengering
2. Cerobong exhaust
3. Data logger suhu
4. Panel kontrol
5. Saklar lampu UV
6. Kotak heater
7. Roda penggerak
8. Blower udara
9. Tray pengering
10. Lampu UV
11. Heater

Mesin *vacuum dryer* hasil modifikasi digunakan untuk mengeringkan bahan pangan menggunakan energi listrik yang dikonversi menjadi energi panas. Suhu pengeringan dapat disesuaikan dengan kebutuhan antara $30^{\circ}\text{--}90^{\circ}\text{C}$. Adapun gambar mesin *vacuum dryer* hasil modifikasi dan keterangannya dapat dilihat pada Gambar 3.

3.1.2. Mesin *mini vacuum dryer*

Mini vacuum dryer ini dibuat karena mesin lemari sterilisasi kaleng ikan tidak mampu menjadikan ruang pengeringnya menjadi vakum, karena banyak kebocoran udara sehingga sulit untuk tercapai vakum. Mesin ini terbuat dari stainless steel dengan ketebalan 5 mm dan berukuran 50 cm x 40 cm x 40 cm. Mesin ini dilengkapi dengan heater keramik 300 W, pompa vakum $\frac{1}{2}$ pk, pressure gauge, pressure relief valve (200 mbr – 1000 mbar) dan panel kontrol untuk mengatur suhu dan timer. Adapun gambar mesin *mini vacuum dryer* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Mesin *mini vacuum dryer*

Keterangan gambar:

1. Pompa Vakum
2. Pressure Gauge
3. Pressure relief valve
4. Heater
5. Panel kontrol
6. Tray pengering

Mesin *mini vacuum dryer* memiliki daya 286,5 W saat heater mati dan daya 1050 W saat heater menyala. Mesin ini dilengkapi timer dan termostat sebagai pengatur waktu dan pengatur suhu. Mesin ini mampu mengeringkan dari suhu 30 – 90⁰ C dalam keadaan vakum hingga – 20 cmHg.

3.2. Uji Kinerja Mesin *vacuum dryer* hasil modifikasi

Pengujian kinerja dilakukan dengan membandingkan mesin *vacuum dryer* hasil modifikasi dengan mesin pengering *food dehydrator Harvest Saver R-5A* pada bahan cabai rawit dan cabai hijau dengan suhu 60⁰ C selama 7 jam dengan posisi tray atas, tengah, dan bawah. Hasil pengujian dapat disampaikan sebagai berikut.

3.2.1. Uji Energi Yang Digunakan

Data penggunaan energi listrik selama pengeringan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Energi Pengeringan

No	Mesin	Bahan	Daya (W)	Waktu (Jam)	Energi (J)
1	Mesin <i>vacuum dryer</i> hasil modifikasi	Cabai Rawit	6820	7	47.740
2	<i>Food Dehydrator</i>	Cabai Rawit	8800	7	61.600
3	Mesin <i>vacuum dryer</i> hasil modifikasi	Cabai Hijau	6820	7	47.740
4	<i>Food Dehydrator</i>	Cabai Hijau	8800	7	61.600

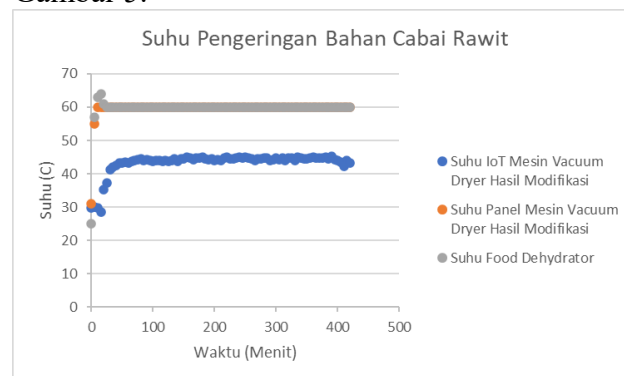
Penggunaan energi *food dehydrator* lebih tinggi 22,5% dari penggunaan energi mesin *vacuum dryer* hasil modifikasi, sehingga dapat disimpulkan bahwa mesin *vacuum dryer* hasil modifikasi lebih hemat energi dibanding *food dehydrator*.

3.2.2. Uji Suhu Pengeringan

Uji pengeringan dilakukan sebanyak 3 kali percobaan yang dapat diuraikan sebagai berikut.

3.2.2.1. Pengujian *data logger* suhu IoT (*Internet of Things*)

Pengujian ini dilakukan untuk membandingkan suhu yang diukur menggunakan *data logger* suhu Iot dengan data suhu dari panel kontrol. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Gambar 5.

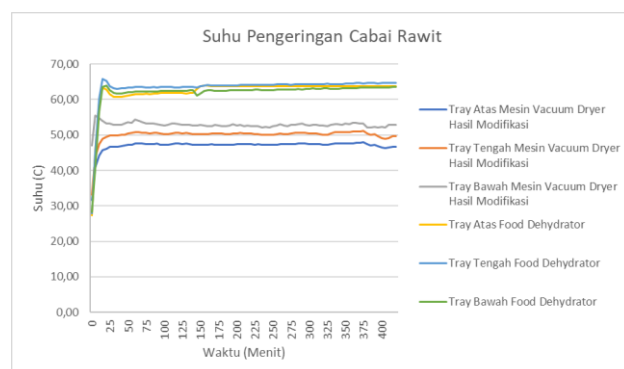


Gambar 5. Data logger suhu IoT

Mesin *vacuum dryer* hasil modifikasi dan *food dehydrator* mampu mencapai suhu 60⁰ C, namun suhu hasil pembacaan di *data logger* IoT memiliki selisih ±17⁰C. hal ini dikarenakan posisi termokopel *data logger* IoT berbeda dengan posisi termokopel panel kontrol mesin.

3.2.2.2. Pengujian pengeringan kondisi *flap blower* terbuka 100%

Pengujian pengeringan dengan membuka *flap blower* 100% sehingga kecepatan hembusan udara maksimal. Data suhu diukur menggunakan *data logger* HIOKI dapat dilihat pada gambar 6.



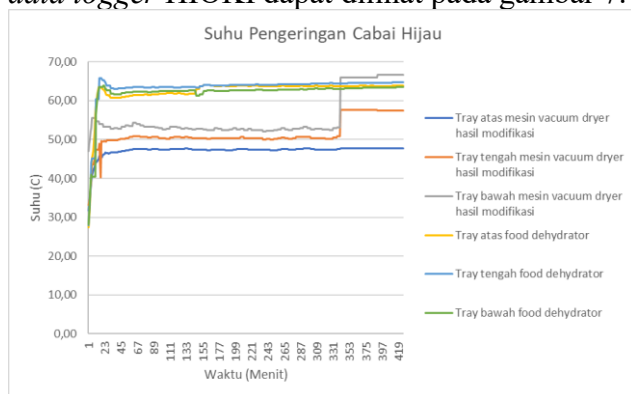
Gambar 6. Data suhu pengeringan (%flap 100%)

Berdasarkan data diatas dapat diambil kesimpulan bahwa mesin *food dehydrator*

memiliki suhu pengeringan yang hampir merata di setiap posisi *tray* dan berhasil mencapai suhu pengeringan yang diinginkan yaitu 60°C, sedangkan mesin *vacuum dryer* hasil modifikasi suhu pengeringan masih belum merata di setiap *tray*-nya. Grafik menunjukkan bahwa *tray* paling bawah memiliki suhu yang paling tinggi namun belum mencapai suhu yang diinginkan yaitu 60°C, sedangkan suhu yang paling rendah berada di *tray* paling atas. Hal ini bisa terjadi karena beberapa faktor diantaranya debit udara dari *blower* terlalu besar sehingga suhu udara menjadi menurun. *Flap* pada *blower* yang dibuka 100% menyebabkan debit udara membesar sehingga menurunkan suhu pengeringan.

3.2.2.3. Pengujian Pengeringan kondisi *flap blower* terbuka 0%

Pengujian pengeringan dengan membuka *flap blower* 0% sehingga kecepatan hembusan udara minimal. Data suhu diukur menggunakan *data logger* HIOKI dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Data suhu pengeringan (%*flap* 0%)

Berdasarkan data diatas dapat diambil kesimpulan bahwa ketika % *flap* dari mesin *vacuum dryer* hasil modifikasi menjadi 0% maka suhu pengeringan bisa mencapai suhu yang diinginkan yaitu 60°C, namun untuk *tray* tengah dan *tray* atas masih belum bisa mencapai suhu yang diinginkan. Selain itu suhu mulai naik pada menit ke 358, dimana pada menit ini kemungkinan kadar air bahan sudah tidak terlalu tinggi sehingga suhu pengeringan bisa naik. Suhu pengeringan *food dehydrator* sama seperti sebelumnya yaitu stabil di suhu 60°C di semua posisi *tray*.

3.2.3. Uji Rendemen

Pengujian dilakukan dengan membandingkan berat bahan tiap *tray pengering*

sebelum dikeringkan dan setelah dikeringkan. Pengujian dilakukan dengan bahan cabai hijau dan cabai rawit. Hasil perhitungan rendemen pengeringan cabai hijau dapat dilihat pada Tabel 2 dan hasil perhitungan rendemen pengeringan cabai rawit dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Uji rendemen pengeringan cabai hijau

No.	Tray	Ulangan	Mesin vacuum dryer hasil modifikasi		Food Dehydrator	
			Rendemen (gram)	Rendemen (%)	Rendemen (gram)	Rendemen (%)
1	Atas (200 gr)	1	103	51,5	13	6,5
		2	83	41,5	16	8
		3	86	43	14	7
	Rata-rata		90,67	45,33	14,33	7,17
2	Tengah (200 gr)	1	32	16	14	7
		2	40	20	14	7
		3	45	22,5	14	7
	Rata-rata		39	19,5	14	7
3	Bawah (200 gr)	1	16	8	16	8
		2	19	9,5	13	6,5
		3	16	8	13	6,5
	Rata-rata		17	8,5	14	7

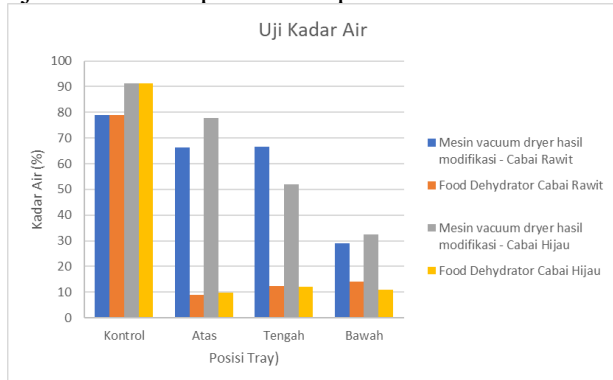
Tabel 3. Uji rendemen pengeringan cabai rawit

No.	Tray	Ulangan	Mesin vacuum dryer hasil modifikasi		Food Dehydrator	
			Rendemen (gram)	Rendemen (%)	Rendemen (gram)	Rendemen (%)
1	Atas (200 gr)	1	123	61,5	49	24,5
		2	133	66,5	57	28,5
		3	132	66	52	26
	Rata-rata		129,33	64,67	52,67	26,33
2	Tengah (200 gr)	1	104	52	54	27
		2	120	60	54	27
		3	133	66,5	50	25
	Rata-rata		119	59,5	52,67	26,33
3	Bawah (200 gr)	1	50	25	59	29,5
		2	65	32,5	53	26,5
		3	93	46,5	49	24,5
	Rata-rata		69,33	34,67	53,67	26,83

Berdasarkan data pada Tabel 2 diatas dapat dilihat bahwa rendemen yang dihasilkan oleh *food dehydrator* stabil di 7 % baik di *tray* atas, bawah, maupun tengah. Rendemen yang dihasilkan oleh mesin *vacuum dryer* hasil modifikasi tidak sama antar *tray*, dimana rendemen terendah berada di *tray* bawah dan rendemen tertinggi berada di *tray* paling atas. Selain itu rendemen yang dihasilkan di mesin *vacuum dryer* hasil modifikasi lebih tinggi dibandingkan dengan *food dehydrator* karena kadar air dari bahan di mesin *vacuum dryer* hasil modifikasi masih cukup tinggi. Berdasarkan data pada tabel 3 diatas dapat dilihat bahwa rendemen yang dihasilkan oleh *food dehydrator* stabil di 26,33 %. Rendemen pengeringan hasil *vacuum dryer* masih sama tidak konsisten antar *tray* dan masih memiliki rendemen tinggi karena kadar air masih tinggi.

3.2.4. Uji Kadar Air

Pengujian dilakukan dengan membandingkan kadar air tiap *tray* sebelum dikeringkan dan setelah dikeringkan. Uji kadar air dilakukan pada pengeringan dengan bahan cabai rawit dan cabai hijau serta mesin *vacuum dryer* hasil modifikasi dan *food dehydrator*. Hasil uji kadar air dapat dilihat pada Gambar 8.

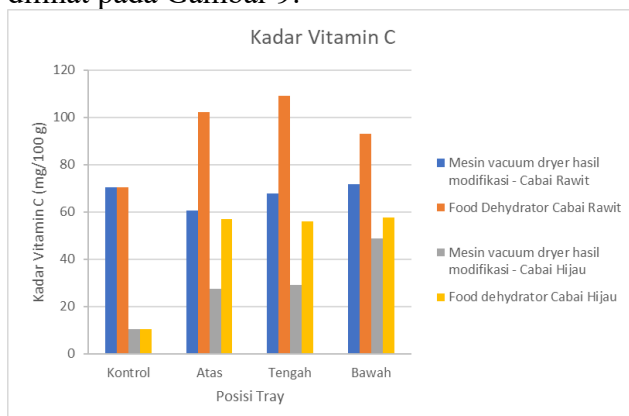


Gambar 8. Uji kadar air

Berdasarkan data diatas dapat diambil kesimpulan bahwa pengeringan menggunakan *food dehydrator* dapat menghasilkan kadar air yang lebih rendah yaitu $\pm 10\%$ baik di *tray* atas, tengah, maupun bawah. Sedangkan mesin *vacuum dryer* hasil modifikasi masih belum maksimal dalam mengeringkan bahan dimana kadar air paling rendah terletak pada *tray* paling bawah yaitu $\pm 30\%$.

3.2.5. Uji Kadar Vitamin C

Pengujian dilakukan dengan membandingkan kadar vitamin C tiap *tray* sebelum dikeringkan dan setelah dikeringkan. Uji kadar vitamin C dilakukan pada pengeringan dengan bahan cabai rawit dan cabai hijau serta mesin *vacuum dryer* hasil modifikasi dan *food dehydrator*. Hasil uji kadar vitamin C dapat dilihat pada Gambar 9.

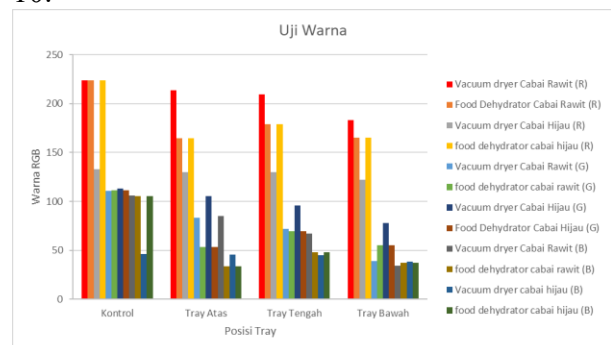


Gambar 9. Uji kadar vitamin C

Berdasarkan data diatas dapat diambil kesimpulan bahwa kadar vitamin C pada pengeringan menggunakan *food dehydrator* cenderung sama antara *tray* atas, tengah, dan bawah. Sedangkan kadar vitamin C pada pengeringan menggunakan mesin *vacuum dryer* hasil modifikasi cenderung semakin meningkat dari *tray* atas, tengah dan bawah. Selain itu kadar vitamin C setelah pengeringan cenderung meningkat dari kadar vitamin C kontrol pada setiap perlakuan pengeringan kecuali pada pengeringan menggunakan mesin *vacuum dryer* hasil modifikasi dengan bahan cabai rawit. Hal ini disebabkan karena debit udara blower terlalu tinggi sehingga menurunkan suhu pengeringan yang mengakibatkan kandungan air di dalam bahan pangan masih cukup tinggi.

3.2.6. Uji Warna

Pengujian dilakukan dengan cara mengukur warna cabai rawit dan cabai hijau menggunakan *color reader* dengan parameter RGB (*red, green, blue*). Pengukuran dilakukan sebelum pengeringan dan setelah pengeringan. Hasil dari pengukuran warna dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Uji warna RGB

Berdasarkan hasil pengujian warna, indikator warna RGB cenderung menurun setelah dilakukan pengeringan. Parameter yang paling signifikan turun adalah warna R dan warna G. Perubahan warna pada mesin *vacuum dryer* hasil modifikasi lebih stabil dibandingkan dengan *food dehydrator*. Hal ini dapat disebabkan karena hasil pengeringan menggunakan mesin *vacuum dryer* hasil modifikasi masih memiliki kadar air yang cukup tinggi jika dibandingkan dengan *food dehydrator*. Hasil analisa menggunakan ANOVA dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Uji Analisis warna merah pada cabai rawit menggunakan ANOVA

Dependent Variable: R

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	6647.111 ^a	5	1329.422	33.468	.000	.933
Intercept	621984.222	1	621984.222	15658.344	.000	.999
Mesin	4672.222	1	4672.222	117.622	.000	.907
Tray	1276.778	2	638.389	16.071	.000	.728
Mesin * Tray	698.111	2	349.056	8.787	.004	.594
Error	476.667	12	39.722			
Total	629108.000	18				
Corrected Total	7123.778	17				

a. R Squared = .933 (Adjusted R Squared = .905)

Hasil analisis ANOVA dua arah menunjukkan bahwa jenis mesin pengering dan posisi tray berpengaruh sangat nyata ($P < 0,05$) terhadap nilai warna merah (R) cabai. Selain itu, terdapat interaksi yang signifikan antara jenis mesin dan posisi tray ($P < 0,05$), yang menunjukkan bahwa pengaruh posisi tray terhadap perubahan warna berbeda pada masing-masing jenis mesin.

4. Kesimpulan

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian kinerja mesin *vacuum dryer* hasil modifikasi yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Perancangan dan modifikasi alat

Lemari sterilisasi kaleng ikan yang tersedia di Laboratorium Teknologi Rekayasa Pangan berhasil dimodifikasi menjadi dua jenis mesin pengering, yaitu mesin *vacuum dryer* hasil modifikasi dan mesin *mini vacuum dryer*. Proses modifikasi meliputi penambahan elemen pemanas, sistem kontrol suhu dan waktu, sistem aliran udara, serta sistem vakum pada mesin *mini vacuum dryer*. Hasil modifikasi menunjukkan bahwa alat dapat berfungsi sesuai dengan rancangan awal dan tujuan pengembangan sebagai sarana pembelajaran dan penelitian.

2. Kinerja mesin *vacuum dryer* hasil modifikasi

Hasil uji kinerja menunjukkan bahwa mesin *vacuum dryer* hasil modifikasi lebih hemat energi dibandingkan *food dehydrator*, dengan penghematan energi sekitar 22,5%. Namun, distribusi suhu pada mesin *vacuum dryer* hasil modifikasi masih belum merata di setiap posisi *tray*, terutama pada *tray* tengah dan atas, yang disebabkan oleh pengaturan debit udara *blower* dan distribusi

panas yang belum optimal. Sebaliknya, *food dehydrator* menunjukkan distribusi suhu yang lebih stabil dan merata.

3. Kualitas produk hasil pengeringan

Pengujian kualitas produk menunjukkan bahwa *food dehydrator* menghasilkan kadar air akhir yang lebih rendah ($\pm 10\%$) dan rendemen yang lebih stabil dibandingkan mesin *vacuum dryer* hasil modifikasi. Mesin *vacuum dryer* hasil modifikasi menghasilkan rendemen yang lebih tinggi dan kadar air yang masih relatif tinggi ($\pm 30\%$), menunjukkan bahwa proses pengeringan belum optimal. Kadar vitamin C dan perubahan warna pada mesin *vacuum dryer* hasil modifikasi cenderung lebih stabil, yang dipengaruhi oleh suhu pengeringan yang lebih rendah dan kadar air bahan yang masih tinggi. Mesin *mini vacuum dryer* mampu beroperasi pada suhu 30–90 °C dengan kondisi vakum hingga –20 cmHg, sehingga memiliki potensi untuk pengeringan bahan pangan yang sensitif terhadap panas.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa modifikasi peralatan yang ada di Laboratorium TRP menjadi mesin *vacuum dryer* dan mesin *mini vacuum dryer* dapat dilakukan secara teknis dan fungsional, serta berpotensi mendukung kegiatan praktikum dan penelitian. Namun demikian, diperlukan penyempurnaan lebih lanjut pada sistem distribusi panas dan pengaturan aliran udara agar kinerja dan kualitas hasil pengeringan dapat ditingkatkan dan mendekati kinerja pengering komersial.

3.4. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan uji kinerja mesin *vacuum dryer* hasil modifikasi, maka dapat diberikan beberapa saran diantaranya yaitu optimasi sistem aliran udara, peningkatan distribusi panas, pengembangan sistem kontrol cerdas, pengujian bahan yang lebih beragam, dan penyempurnaan desain prototipe.

Selain aspek teknis, pengembangan mesin *vacuum dryer* dan mesin *mini vacuum dryer* hasil modifikasi ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas kegiatan praktikum dan penelitian di Laboratorium Teknologi Rekayasa Pangan. Keberadaan alat ini memungkinkan mahasiswa

untuk mempelajari secara langsung prinsip kerja pengeringan berbasis vakum, melakukan variasi parameter proses seperti suhu, tekanan, dan waktu pengeringan, serta membandingkannya dengan metode pengeringan konvensional. Dengan demikian, alat ini berpotensi menjadi media pembelajaran berbasis praktik dan riset yang aplikatif, sekaligus mendukung pengembangan penelitian lanjutan terkait optimasi proses pengeringan, efisiensi energi, dan kualitas produk pangan di lingkungan laboratorium pendidikan vokasi.

5. Ucapan Terima Kasih

Kami sampaikan ucapan terima kasih kepada Direktur Politeknik Negeri Jember, Ketua Jurusan Teknologi Pertanian, Ketua Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (P3M), Kepala Laboratorium Teknologi Rekayasa Pangan, Kepala Laboratorium Logam dan kayu, Kepala UPA Biosain, Staf bagian keuangan Politeknik Negeri Jember, Tim Penguji, Civitas akademika Politeknik Negeri Jember serta semua pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

6. Daftar Pustaka

- R. Indiarso, A. H. Asyifaa, F. C. A. Adiningsih, G. A. Aulia, and S. R. Achmad, "Conventional And Advanced Food-Drying Technology : A Current Review," *Int. J. Sci. Technol. Res.*, vol. 10, no. 01, pp. 99–107, 2021.
- B. Susilo, A. Rohim, and M. A. J. Filayati, "Vacuum drying as a natural preservation method of post-harvest lemon might accelerate drying duration and produce the high-quality of dried lemon slices," *Food Sci. Technol.*, vol. 2061, pp. 1–6, 2022.
- M. Aznury, I. Purnamasari, S. Mardiana, and T. Dewi, "RANCANG BANGUN ALAT VACUUM DRYING DALAM PROSES PEMBUATAN TEPUNG MORINGA OLEIFERA LAMK," *J. Kinet.*, vol. 10, no. 03, pp. 29–34, 2019.
- B. R. Hubbard, L. I. Putman, S. Techtmann, and J. M. Pearce, "Open Source Vacuum Oven Design for Low-Temperature Drying : Performance Evaluation for Recycled PET and Biomass," *Manuf. Mater. Processing*, vol. 5, pp. 1–35, 2021.
- D. P. H. P. D. J. P. D. P. H. P. D. PERTANIAN, *Standar prosedur operasional (spo) pengolahan cabe*. 2009.
- L. Reringga, Mursalin, and I. Rahmayani, "Kajian Proses Pengeringan Cabai Merah (*Capsicum Annum L.*) Menggunakan Vacuum Dryer Dengan Penambahan Maltodextrin Dan Aplikasinya Dalam Pembuatan Abon Cabai," *Semirata BKS PTN Wil. Barat*, pp. 1395–1414, 2019.
- A. M. Irfan, N. Lestari, Arimansyah, and A. R. Rasyid, "Kinetika Pengeringan Cabai dengan Perlakuan Blansing Suhu Rendah-Waktu Lama," *AgriteknoJurnal Teknol. Pertan.*, vol. 10, no. 1, pp. 24–35, 2021, doi: 10.30598/jagritekno.2021.10.1.24.

