

PENGEMBANGAN MESIN PENGKONDISIAN UDARA HIBRIDA UNTUK PENDINGIN UDARA DAN PENDINGER TANAMAN HERBAL

Muhammad Faris Khan¹

¹Mahasiswa Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta

Email : muhammadfariskhanpiliang@gmail.com

Kaidir²

²Dosen Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta

Email: kaidir@bunghatta.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengembangkan mesin pengkondisian udara hibrida dengan memanfaatkan panas buang kondensor sebagai sumber energi pengeringan tanaman herbal. Metode eksperimental dilakukan di Laboratorium Fenomena Dasar Mesin Universitas Bung Hatta menggunakan sampel kunyit, jahe, kunyit putih, dan lengkuas. Parameter yang diamati meliputi temperatur udara pengering, waktu pengeringan, perubahan massa bahan, dan energi panas masuk. Hasil menunjukkan bahwa panas kondensor dapat dimanfaatkan secara efektif sebagai sumber panas dengan temperatur stabil serta mampu menurunkan kadar air hingga memenuhi standar simplisia. Pemanfaatan panas buang ini meningkatkan efisiensi energi dan berpotensi menjadi alternatif sistem pengeringan yang lebih ramah lingkungan dibanding metode konvensional.

Kata kunci: mesin pengkondisian udara, panas kondensor, pengeringan herbal, efisiensi energi

ABSTRACT

This study aims to develop a hybrid air conditioning system by utilizing condenser waste heat as a thermal energy source for drying herbal plants. An experimental method was conducted at the Basic Mechanical Phenomena Laboratory, Bung Hatta University, using turmeric, ginger, white turmeric, and galangal as samples. The observed parameters included drying air temperature, drying time, mass reduction, and heat energy input. The results indicate that condenser heat can be effectively utilized as a stable heat source and is capable of reducing the moisture content to meet simplisia drying standards. The utilization of waste heat improves energy efficiency and has the potential to serve as a more environmentally friendly alternative to conventional drying systems.

Keywords: air-conditioning system, condenser waste heat, herbal drying, energy efficiency

PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai negara agraris, dimana mayoritas penduduknya menggantungkan kehidupannya dari bercocok tanam. Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber daya alam, termasuk keanekaragaman tanaman herbal yang telah lama digunakan sebagai bahan pengobat tradisional sejak lama. Industri jamu, farmasi, dan kosmetik sangat bergantung pada tanaman herbal seperti jahe, kunyit, daun mint, dan temulawak. Langkah penting dalam proses pengeringan merupakan tahapan krusial dalam pengolahan tanaman herbal, yang dilakukan untuk menjaga kualitas bahan baku herbal. Pengeringan yang tepat dapat memperpanjang umur simpan, menjaga kandungan senyawa aktif, dan mengurangi kerusakan fisik dan biologis. Pengeringan ini secara fisik, terjadi akibat ada perbedaan kandungan uap air antara bahan dan udara pengering, air menguap dari bahan ke udara, menyebabkan panas berpindah dari lingkungan ke bahan. Proses awal terjadi karena perpindahan di dalam massa (air) (Tika, 2022). Secara umum, pengeringan sinar matahari digunakan untuk memperpanjang umur simpan dan mempertahankan kandungan fenol, piperin, dan antioksidan dalam barang. Pada umumnya Proses pengeringan menyebabkan terjadinya perubahan karakteristik seperti massa, panjang, lebar dan tebal (Yosika dkk., 2020).

Hasil pertanian berupa tanaman herbal membutuhkan perawatan yang tepat agar memungkinkan bahan herbal bisa disimpan lebih lama tanpa kehilangan aromanya, jadi pengeringan adalah opsi yang bagus untuk mengelola pasca panen. Ini terutama di negara-negara seperti Indonesia yang memiliki fasilitas yang buruk distribusi dan penanganan pasca panen. Dalam proses pengolahan pasca panen, menggunakan metode pengeringan dengan temperatur yang rendah diperlukan untuk mengeringkan tanaman herbal agar tekstur produk akhir tidak terlalu berubah (Sudirman dkk., 2023).

Pengeringan memerlukan fluida udara kering yang dapat menyerap air di dalam material yang dikeringkan. Udara harus dipanaskan sebelum melintasi material yang dikeringkan agar menjadi panas dan kering. Ini dapat membuat udara panas maupun kering menyerap air, membuat material menjadi kering dalam waktu yang lebih singkat. Proses ini menggunakan kombinasi dua jenis energi. Mengurangi jumlah energi yang dibutuhkan dan waktu yang dibutuhkan untuk pengeringan sangat penting karena proses ini memakan waktu dan boros energi. Jadi ada banyak cara untuk meningkatkan efisiensi sistem pengeringan. Salah satu cara terbaik untuk melakukan ini adalah dengan menggunakan unit pemulihan panas, yang menggunakan panas yang terbuang untuk meningkatkan efisiensi energi sistem (Aktas dkk., 2016).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fenomena Dasar Mesin, Program Studi Teknik Mesin, Universitas Bung Hatta. Waktu pelaksanaan penelitian berlangsung dari Maret 2025 hingga Oktober 2025, meliputi tahap perancangan sistem, pengujian, pengambilan data, hingga analisis hasil.

Peralatan utama yang digunakan pada penelitian ini adalah mesin pengkondisian udara (air conditioner) yang dimodifikasi sehingga panas buang pada kondensor dimanfaatkan sebagai

sumber panas untuk ruang pengering. Sistem terdiri atas kondensor, saluran udara, blower, rak pengering, dan saluran keluaran udara (output). Panas dari kondensor ditransfer ke ruang pengering untuk meningkatkan temperatur udara pengering. Refrigeran R-22, Kompresor Rotary, jenis hermetik, 0,5 PK, Dilengkapi HPS (High Pressure Switch), LPS (Low Pressure Switch), dan external overload protector, Tegangan kerja: 220–240 Volt. Spesifikasi alat pengering yang digunakan adalah jenis *cabinet dryer* dengan dimensi Dimensi (P × L × T): 80 cm × 100 cm × 120 cm, Panjang saluran udara: 11 cm, Jarak antar rak: 28 cm.



Gambar 1. Pengeriing dengan sumber pemanas dari panas terbuang kondensor AC

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan pengujian, yaitu, mengukur sebaran suhu dan kelembaban udara pada alat pengering dengan beban pengeringan menggunakan kunyit, kunyit putih, lengkuas, jahe. mengukur penurunan massa bahan selama pengeringan, dan mengukur penurunan kadar air bahan. Perubahan yang diamati/diukur dalam penelitian ini adalah Temperatur udara masuk pengering (T_{in}) ($^{\circ}\text{C}$), Temperatur udara keluar pengering (T_{out}) ($^{\circ}\text{C}$), Kecepatan aliran udara (m/s), suhu udara pada saluran antara kondensor, serta rak pengering (rak 1, 2, 3, 4,), kelembaban udara ruang pengering, penurunan massa bahan, dan kadar air akhir bahan. Pengukuran sebaran suhu pada penelitian ini dilakukan dengan menempatkan alat ukur sesuai dengan lokasi yang telah ditentukan.

Sedangkan untuk pengujian pengeringan kunyit, kunyit putih, lengkuas dan jahe bahan yang digunakan adalah sebanyak 1000 gram bahan yang telah diiris dengan ketebalan lebih kurang 3 mm. Bahan yang telah diiris selanjutnya dihamparkan pada rak dan diatur sedemikian rupa agar tidak saling bertumpuk. Bahan ini kemudian diukur penurunan massanya setiap 30 menit sekali, dan kadar air akhirnya. Penghitungan kadar air kunyit dilakukan dengan metode oven, dan dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

Persentase Kadar Air basis Basah

$$M = \frac{wt - wd}{wt} \times 100\%$$

Dimana:

M = kadar air basis basah (%bb)

W_d = berat bahan kering (g)

W_t = berat total (g)

Persentase Kadar Air basis kering

$$\frac{wt}{wd} = \frac{M}{a}$$

Dimana:

M = kadar air basah (%)

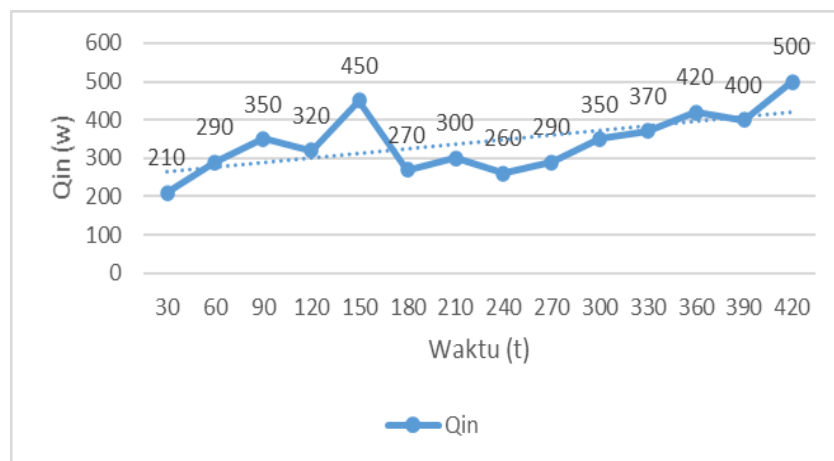
W_t = Berat total (g)

W_d = berat bahan kering (g)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini membandingkan potensi sesungguhnya yang dimiliki oleh panas terbuang kondensor AC sebagai sumber pemanas untuk alat pengering, dengan penggunaannya pada pengeringan bahan herbal. Hasil pengujian sebaran udara panas pada alat pengering.

Perbandingan waktu dengan energi masuk ke ruang pengering (Q_{in}), Pada awal proses (menit ke-30 hingga 150) ditampilkan pada Gambar 2 sebagai berikut:



. Gambar 2. Pengering dengan sumber pemanas dari panas terbuang kondensor AC

Energi yang masuk meningkat dari 210 Watt hingga mencapai 450 Watt, menandakan proses pemanasan awal. Setelah itu, energi sempat turun cukup tajam, mencapai titik terendah 260 Watt pada menit ke-240. Namun, seiring waktu, energi kembali meningkat secara bertahap hingga mencapai 500 Watt di akhir proses (menit ke-420). Secara keseluruhan, energi yang masuk berfluktuasi, tetapi cenderung naik. Pola ini menunjukkan bahwa sistem membutuhkan

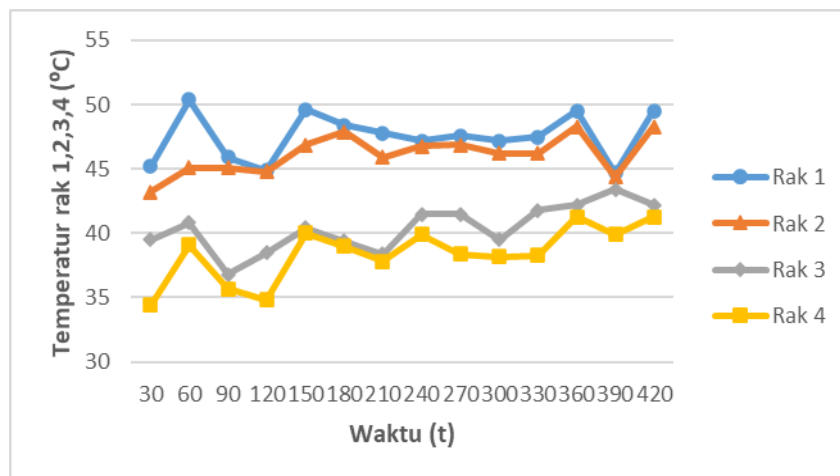
lebih banyak energi di awal untuk memulai pemanasan, dan energi kembali ditingkatkan di akhir untuk memastikan bahan benar-benar kering.



(a) (b)

Gambar 3. Bahan yang dikeringkan dengan memanfaatkan panas terbuang kondensor AC (a) Proses pengeringan, dan (b) Hasil pengeringan.

Hasil pengeringan bahan herbal dengan memanfaatkan panas terbuang kondensor AC ini terbilang cukup baik karena mampu menurunkan kadar air bahan secara optimal. Namun demikian, variasi temperatur antar rak menyebabkan tingkat kehilangan air yang tidak seragam pada tiap bahan.

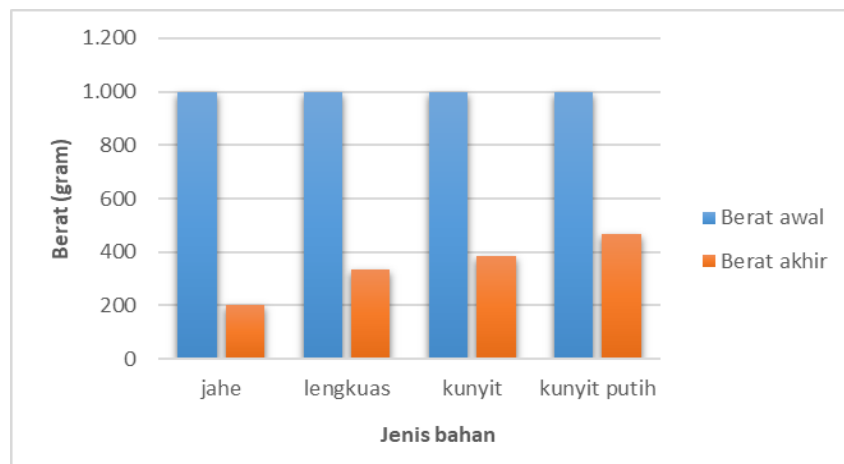


Gambar 4. Perbandingan waktu pengeringan dengan rak 1,2,3,4 dari panas terbuang kondensor AC

Dapat dilihat bahwa pada waktu 30 menit pengujian, temperatur rak 1 mencapai 45,2°C, temperatur rak 2 43,2°C, temperatur rak 3 37,7°C, dan temperatur rak 4 34,4°C. Pada grafik di atas, temperatur rak 1, 2, 3, dan 4 selalu mengalami kenaikan temperatur karena refrigeran yang dipompakan oleh kompresor terus menerus, sehingga menyebabkan suhu terus meningkat.

Selain itu, ruangan yang belum mencapai suhu pendinginan optimal menyebabkan AC terus bekerja, sehingga temperatur dalam rak 1, 2, 3, dan 4 mendapatkan nilai tertinggi masing-masing sebesar 49,7°C, 48,3°C, 42,2°C, dan 41,3°C selama waktu 420 menit.

Dari grafik, dapat diamati bahwa rak 1 selalu memiliki temperatur tertinggi dibandingkan rak lainnya, sedangkan rak 4 memiliki temperatur terendah. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh posisi rak terhadap distribusi panas, di mana rak yang lebih dekat dengan sumber panas cenderung memiliki temperatur yang lebih tinggi



Gambar 5. Perbandingan berat awal dan berat akhir

Pada grafik perbandingan antara berat awal dengan berat akhir, dapat dilihat bahwa keempat jenis bahan mengalami penurunan berat secara signifikan akibat proses pengeringan. Jahe dengan berat awal 1.000 gram menghasilkan berat akhir sebesar 200 gram, yang berarti kehilangan kadar air sebanyak 800 gram atau setara dengan 80% dari berat awal. Lengkuas dengan berat awal 1.000 gram menunjukkan berat akhir 334 gram, dengan kehilangan kadar air sebesar 666 gram atau sekitar 66,6%. Selanjutnya, kunyit yang juga memiliki berat awal 1.000 gram mengalami penurunan menjadi 384 gram, sehingga kehilangan kadar air sebesar 616 gram atau 61,6%. Sementara itu, kunyit putih memiliki berat akhir sebesar 465 gram, dari berat awal 1.000 gram, dengan kehilangan kadar air sebesar 535 gram atau setara dengan 53,5%. Perbedaan penurunan berat antar bahan ini dipengaruhi oleh posisi bahan terhadap sumber panas dalam ruang pengering.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis data pada proses pengeringan bahan herbal (jahe, lengkuas, kunyit, dan kunyit putih) menggunakan alat pengering berbasis kondensor mesin pendingin udara, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Energi masuk ke ruang pengering (Q_{in}) selama ketiga tahap pengujian menunjukkan nilai yang berfluktuasi. Energi tertinggi dicapai pada awal pengeringan, yaitu pada menit ke-15 sebesar 390 watt, dan terendah pada menit ke-60 sebesar 110 watt. Pola ini menggambarkan bahwa pada tahap awal, energi besar dibutuhkan untuk menguapkan air dari bahan yang masih basah. Setelah itu, energi menurun seiring dengan berkurangnya kadar air dalam

- bahan, dan kemudian meningkat kembali menjelang akhir proses untuk memastikan bahan benar-benar kering.
2. Distribusi temperatur pada masing-masing rak menunjukkan bahwa rak 1 secara konsisten memiliki temperatur tertinggi dibandingkan rak lainnya, sedangkan rak 4 menunjukkan temperatur paling rendah. Hal ini menunjukkan bahwa posisi rak sangat memengaruhi efisiensi penyerapan panas, di mana rak yang lebih dekat dengan sumber panas cenderung menerima energi lebih besar.
 3. Pada pengujian pertama (120 menit), penurunan berat bahan belum maksimal. Namun pada pengujian kedua dan ketiga (420 menit), kehilangan kadar air meningkat drastis. Misalnya, jahe mengalami pengurangan hingga 80% berat awal pada pengujian ketiga.
 4. Hasil pengeringan menunjukkan penurunan berat bahan yang signifikan, yang mengindikasikan keberhasilan proses dalam menurunkan kadar air. Pada pengujian ketiga selama 420 menit, jahe mengalami kehilangan berat terbesar yaitu 800 gram (80%), disusul oleh lengkuas sebesar 666 gram (66,6%), kunyit 616 gram (61,6%), dan kunyit putih 535 gram (53,5%).
 5. Waktu pengeringan selama 420 menit terbukti mampu menurunkan kadar air bahan secara optimal. Namun demikian, variasi temperatur antar rak menyebabkan tingkat kehilangan air yang tidak seragam pada tiap bahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, A. Z., Gunawan, D. A., Putra, R. P., Theodric, D., dan Abidin, T. (2022). Medicinal Plant Drying Using a Superabsorbent Polymer Dryer Incorporated with an Insulated Heater. *Processes*, 10(11). <https://doi.org/10.3390/pr10112319>
- Aktas, M., Gazi, U., Khanlari, A., Tarsus, U., Aktekelsaya, B., Bilecik, U., Amini, A., dan Atilim, U. (2016). *Pengembangan ruang pengering baru untuk pengering daun mint dengan pompa panas*.
- Bajwa, S. F., & Mohammed, R. H. (2020). Type II Hypersensitivity Reaction. *StatPearls*, 13(2), 113–117. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/33085411>
- Biksono, D., Saefudin, D. B., Rosihan, W., Hakim, R., Wicaksono, M. F., Nulhakim, L., dan Nurohman, A. (2022). Distribusi Suhu dan Kecepatan Aliran Udara dari Sistem Heat Pump Kompresi Uap untuk Ruang Pengering Tipe Drum Horizontal dengan Bantuan Computational Fluid Dynamics. *Jurnal Teknologi*, 10(1), 86–99. <https://doi.org/10.31479/jtek.v10i1.201>
- Hmadevi, A. G., Fadhila, P. T., Djamila, S., Wanta, D., Logam, L., dan Bahan, A. (2023). *Analysis of Shelf Type Flash Dryer Machine in the Process of Drying Purple Leaves (Graptophyllum Abtract daun ungu sebagai tanaman herbal . Selain berkhasiat dibudayakan dan didapat . Daun ungu terbukti mampu dapat diseduh seperti teh . Dalam pembuatan pr. 11, 468–472.*
- Lestari, N., dan Samsuar, S. (2022). Pemodelan Kinetika Pengeringan Daun Bidara (*Ziziphus spina-christi* (L.)) Dengan Metode Pengeringan Tenaga Surya. *Jurnal Agritechno*, 15(02),

149–159. <https://doi.org/10.20956/at.vi.941>

- Lestari, N., dan Samsuar, S. (2023). Kinetika Pengeringan Kunyit Menggunakan Cabinet Dryer yang Memanfaatkan Panas Terbuang Kondensor Pendingin Udara. *Gorontalo Agriculture Technology Journal*, 6(1), 1. <https://doi.org/10.32662/gatj.v0i0.2474>
- Lestari, N., Samsuar, S., Novitasari, E., dan Rahman, K. (2020). Kinerja Cabinet Dryer pada Pengeringan Jahe Merah dengan Memanfaatkan Panas Terbuang Kondensor Pendingin Udara. *Jurnal Agritechno*, 13(1), 57–70. <https://doi.org/10.20956/at.v13i1.250>
- Masykur, M., Saputra, M., Munawir, A., Pribadyo, P., Jalil, M., Muzakir, M., Yuvenda, D., Setiawan, M. Y., & Y, F. (2023). Design of a Drying Equipment Moringa Leaf with Utilizing Temperature Air Conditioning Condenser. *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional dan Teknologi*, 23(2), 91–98. <https://doi.org/10.24036/invotek.v23i2.1120>
- Pramawiguna, K. A., Ardita, I. N., & Wiryanta, I. K. E. H. (2022). Analisis Mesin Pengering Kunyit dengan Sistem Dehumidifikasi dan Pompa Kalor. *Repository Politeknik Negeri Bali*, 1–11. <https://repository.pnb.ac.id>
- Prayuda, F., Kabib, M., dan Hudaya, A. Z. (2022). Proses Manufaktur Mesin Pengering Cengkeh Rajangan Dengan Sistem Pemanas Heater. *Jurnal Crankshaft*, 5(2), 1–10. <https://doi.org/10.24176/crankshaft.v5i2.7641>
- Purnomo, B. P., dan Fzahrudin, A. (2024). Design and Testing of Holagen Incandescent Lamp-Based Corn Drying Cabinet to Improve Efficiency and Cleanliness of the Processing Process. *Indonesian Journal of Microbiology*, 1(1), 8. <https://doi.org/10.47134/ijm.v1i1.2473>
- S. Syahrul, R. Romdhani, dan M. Mirmanto. (2016). Pengaruh variasi kecepatan udara dan massa bahan terhadap waktu pengeringan jagung pada alat fluidized bed. *Dinamika Teknik Mesin*, 6(2), 119–126.
- Septevani, A. A., Sondari, D., dan Ghozali, M. (2013). Pengaruh Teknik Pengeringan Semprot (Spray Drying) dalam Mikroenkapsulasi Asiaticoside dan Ekstrak Jahe. *Indonesian Journal of Materials Science*, 14(4), 248–252.
- Sudirman, S., Baliarta, I. N. G., Sudana, I. M., Arsana, M. E., Nizhami, A. A., dan Apriandi, N. (2023). Aplikasi Cooling Dehumidification pada Mesin Pengering untuk Mengeringkan Hasil Panen Tanaman Herbal. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 18(1), 37. <https://doi.org/10.32497/jrm.v18i1.4094>
- Syam, H., Jamaluddin, Rais, M., dan Lestari, N. (2019). Potensi Panas Terbuang Kondensor AC Sebagai Sumber Pemanas Pada Cabinet Dryer. *Prosiding Seminar Nasional Lp2M Unm*, 759–764.