

## Analisis Variasi Temperatur Dan Kecepatan Silinder Pada Pengeringan Biji Kopi Dengan *Rotary Dryer* Berpemanas LPG

Tesyra Ayu Raisa<sup>1\*</sup>), Ira Mayasari<sup>2)</sup>, Nurul Kholidah<sup>1)</sup>, Ibnu Hajar<sup>2)</sup>,  
Irawan Rusnadi<sup>2)</sup>).

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Energi, Fakultas Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya

<sup>2</sup>Fakultas Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya

\*Corresponding email: Tesyaayuraisa15@gmail.com

### Abstrak

Biji kopi merupakan salah satu komoditas unggulan Indonesia yang berkontribusi signifikan terhadap perekonomian negara. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi perubahan biji kopi setelah proses pengeringan, serta menganalisis pengaruh variasi suhu dan kecepatan putar silinder terhadap penurunan kadar air, laju pengeringan, dan efisiensi termal. Metode Pengeringan dilakukan menggunakan *rotary dryer* dengan sumber panas dari pembakaran LPG, pada variasi suhu antara 60 °C hingga 80 °C dan kecepatan drum 2 rpm serta 3 rpm selama 300 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu dan kecepatan drum yang lebih tinggi mempercepat proses pengeringan. Kondisi optimal tercapai pada suhu 75 °C dan kecepatan 3 rpm, dengan kadar air akhir sebesar 12,05%, dan laju pengeringan mencapai 4,142 kg/jam·m<sup>2</sup>. Meskipun pengeringan lebih cepat pada suhu tinggi, efisiensi termal terbaik (45,48%) justru terjadi pada suhu 60 °C. Sementara itu, pada suhu 80 °C, efisiensi menurun menjadi 33,33%.

**Kata Kunci:** Biji Kopi, Pengering Berputar, Efisiensi Termal.

### PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara agraris di mana sebagian besar penduduknya bergantung pada sektor pertanian. Salah satu komoditas utama yang mendukung perekonomian adalah kopi, yang berperan besar dalam meningkatkan pendapatan negara. Indonesia sendiri merupakan produsen kopi terbesar keempat di dunia, setelah Brasil, Vietnam, dan Kolombia. Dari total produksi kopi, sekitar 67% diekspor ke luar negeri, sementara sisanya digunakan untuk kebutuhan dalam negeri (AEKI, n.d.). Selama periode 2019-2023, produksi kopi robusta di perkebunan rakyat Indonesia terkonsentrasi di lima provinsi utama, yang menyumbang 78,62% dari total produksi kopi robusta nasional. Provinsi Sumatera Selatan menjadi penghasil terbesar, berkontribusi sebesar 36,07% dengan produksi rata-rata mencapai 198,38 ribu ton per tahun. Kabupaten OKU Selatan, Empat Lawang, Lahat, Muara Enim, dan Pagar Alam adalah daerah utama yang mendukung produksi kopi robusta di provinsi ini (D. J. Perkebunan., 2023).

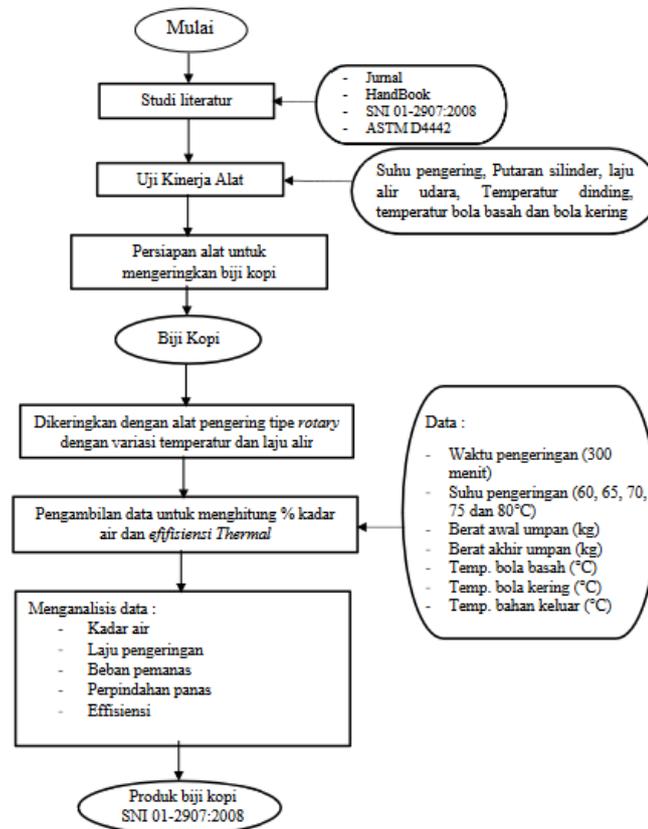
Pengeringan adalah tahap krusial dalam proses pengolahan biji kopi untuk memastikan kualitas biji yang baik. Secara umum, pengeringan biji kopi dilakukan secara tradisional menggunakan panas matahari, dengan tujuan mengurangi kadar air dari 60 - 65% menjadi 12%. Biji kopi yang layak diperdagangkan adalah biji yang telah mencapai kadar air sekitar 12–13% setelah proses pengeringan (Haryanto, 2012). Salah satu masalah utama dalam proses pengeringan biji kopi adalah tingginya curah

hujan. Kurangnya sinar matahari akibat curah hujan yang tinggi membuat biji kopi menjadi lembab, sehingga rentan terhadap pertumbuhan bakteri dan jamur. Kondisi biji kopi yang lembab ini mengakibatkan penurunan kualitas biji kopi, yang pada akhirnya juga berdampak pada penurunan harga jual (Pratama Widayu, 2022). Beberapa tantangan dalam pengolahan biji kopi, seperti pengeringan tradisional, dapat diatasi dengan metode pengeringan mekanis yang lebih efisien. Penggunaan metode mekanis mengurangi risiko kerugian karena suhu dapat dikendalikan sesuai kebutuhan. Pengeringan tradisional biasanya memerlukan 3-5 hari, yang dapat memperlambat proses produksi berikutnya. Selain itu, durasi pengeringan berbanding lurus dengan jumlah produk yang dihasilkan (Charmongkolpradit & Luampon, 2017 dalam Wijaya et al., 2021).

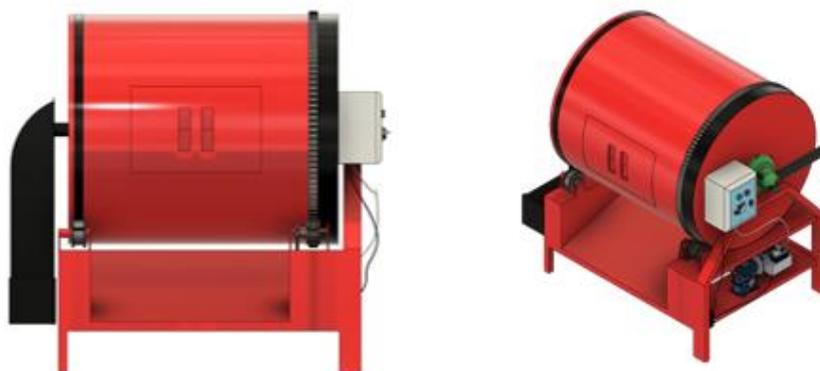
Pengeringan yang efektif memerlukan distribusi panas yang merata dan kecepatan putaran drum yang tidak terlalu cepat untuk mencegah keretakan dan memastikan kadar air yang merata. Suhu juga berperan penting dalam seberapa cepat air menguap. Semakin besar perbedaan antara suhu pemanas dan bahan, semakin cepat penguapan air dari bahan. Ini sulit dicapai dengan pengeringan menggunakan sinar matahari, karena sulit mengontrol intensitas panas matahari. Selain itu, di daerah tropis yang sering hujan dan berjemur secara bergantian, pengering buatan dengan sumber energi lain masih sangat diperlukan (Rahmat et al., 2019). Untuk mengatasi masalah ini, penggunaan mesin pengering seperti rotary dryer menjadi alternatif yang lebih efektif dibandingkan dengan metode penjemuran tradisional. Menurut (Khafizam et al., 2022), rotary dryer adalah mesin pengering berbentuk drum yang berputar secara kontinu, sehingga memastikan biji kopi dikeringkan secara merata. Selain itu, Yulianto & Rusli, (2022) menyebutkan bahwa mesin ini menggunakan LPG (Liquid Petroleum Gas) sebagai sumber panas, yang memungkinkan pengaturan suhu yang lebih akurat. Dengan demikian, proses pengeringan menjadi lebih efisien dan kualitas biji kopi meningkat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi suhu dan kecepatan putaran silinder pada mesin *rotary dryer* terhadap proses pengeringan biji kopi. Diharapkan hasil penelitian ini dapat membantu menemukan kondisi pengeringan yang optimal sehingga dapat meningkatkan kualitas dan efisiensi dalam pengolahan biji kopi di Indonesia.

## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya dengan menggunakan alat *rotary dryer* untuk mengeringkan biji kopi. Tahap pertama dimulai dengan persiapan bahan baku, di mana biji kopi dipisahkan dari tangkainya, kemudian dilakukan pengukuran kadar air awal menggunakan metode yang sesuai dengan standar ASTM D4442. Selanjutnya, uji kinerja alat dilakukan dengan menyiapkan *rotary dryer* dan mengukur kecepatan aliran udara menggunakan anemometer yang telah terkalibrasi. Pengukuran ini dilakukan sebanyak tiga kali pada setiap skala dimmer untuk memperoleh rata-rata kecepatan aliran udara. Tahap proses pengeringan dilakukan dengan memasukkan 10 kg biji kopi ke dalam rotary dryer. Suhu pengeringan awal diatur pada 60°C dengan durasi pengeringan selama 5 jam hingga kadar air biji kopi mencapai 10-12%, sesuai dengan standar SNI 01-2907:2008. Kecepatan putaran silinder disetel pada 2 Rpm, dan kecepatan aliran udara panas diatur pada 6,5 m/s. Setelah proses pengeringan selesai, biji kopi ditimbang untuk mengukur penurunan kadar air. Proses pengeringan ini diulang dengan variasi suhu 65°C, 70°C, 75°C, dan 80°C, serta variasi kecepatan putaran silinder pada 2 dan 3 Rpm. Data yang diambil meliputi berat awal dan akhir biji kopi, suhu pengering, waktu pengeringan, serta temperatur bola basah dan kering. Analisis dilakukan untuk menghitung penurunan kadar air, laju pengeringan, dan efisiensi termal alat. Berikut diagram alir proses pengeringan *rotary dryer* yang dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian *Rotary Dryer*



Gambar 2. Desain 3D Alat *Rotary Dryer*

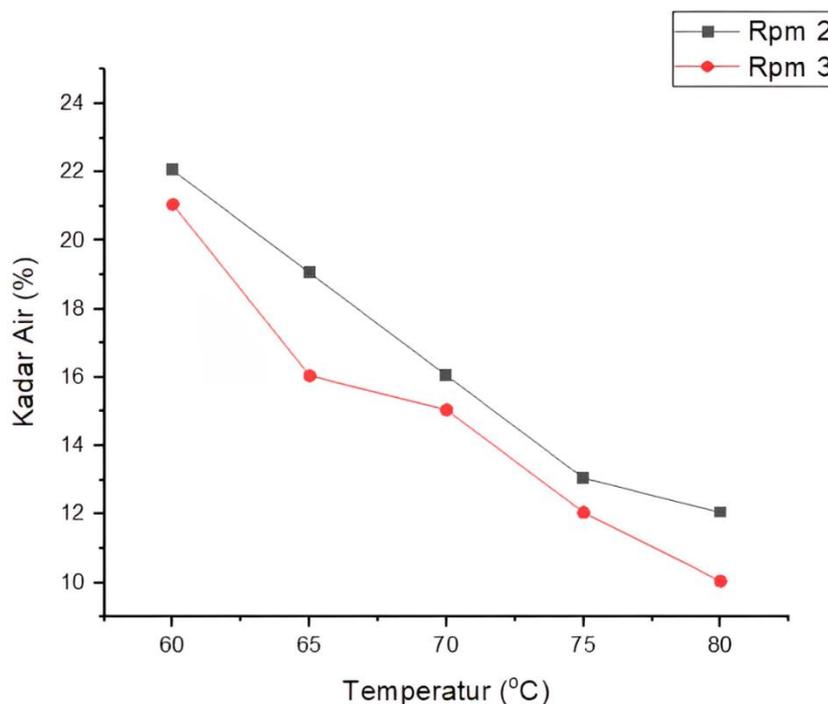
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan rotary dryer di Laboratorium Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya. Alat pengering ini berfungsi untuk mengurangi kadar air biji kopi dari 60,05% hingga mencapai kadar air 12%, sesuai dengan standar SNI 01-2907-2008.

### Pengaruh Temperatur dan Kecepatan Putar Silinder terhadap Laju Penurunan Kadar Air

Pengeringan adalah proses mengurangi kadar air dari suatu material. Dalam proses ini, air dihilangkan berdasarkan perbedaan kelembaban antara udara pengering dan material yang dikeringkan. Material umumnya bersentuhan dengan udara kering, yang memungkinkan terjadinya perpindahan air dari material ke udara. Kecepatan pengeringan suatu bahan diukur dari jumlah air yang dapat diuapkan dalam satuan waktu tertentu (Jensen, 1962)

Penelitian menunjukkan bahwa kadar air biji kopi menurun selama proses pengeringan. Grafik yang menggambarkan hubungan antara variasi suhu dan kecepatan putaran silinder *rotary dryer* dengan penurunan kadar air biji kopi ditampilkan pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Pengaruh Temperatur dan Kecepatan Silinder Terhadap Penurunan Kadar Air Biji Kopi

Grafik tersebut menunjukkan hubungan antara kadar air (%) dan temperatur (°C) pada dua kecepatan putaran, yaitu 2 rpm dan 3 rpm. Pada grafik ini, sumbu horizontal (sumbu x) menunjukkan temperatur dalam derajat Celsius (°C) yang berkisar dari 60°C hingga 80°C, sementara sumbu vertikal (sumbu y) menunjukkan kadar air dalam persen (%).

Pada Gambar 3 terlihat bahwa pada 2 rpm kadar air mulai dari sekitar 22% pada temperatur 60°C dan menurun menjadi sekitar 12% pada temperatur 80°C. Sedangkan pada 3 rpm kadar air mulai dari sekitar 20% pada temperatur 60°C dan menurun menjadi sekitar 10% pada temperatur 80°C.

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-2907-2008, kadar air maksimum yang diperbolehkan untuk biji kopi adalah 12,5%. Pengeringan yang terlalu kering dapat merugikan petani karena massa kopi akan berkurang dan menyebabkan kerusakan pada biji kopi. Di sisi lain, kadar air yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kopi membusuk. Oleh karena itu, proses pengeringan harus sesuai dengan standar ini untuk mengurangi penyusutan atau kerusakan akibat kadar air yang berlebihan (Effendy et al., 2018).

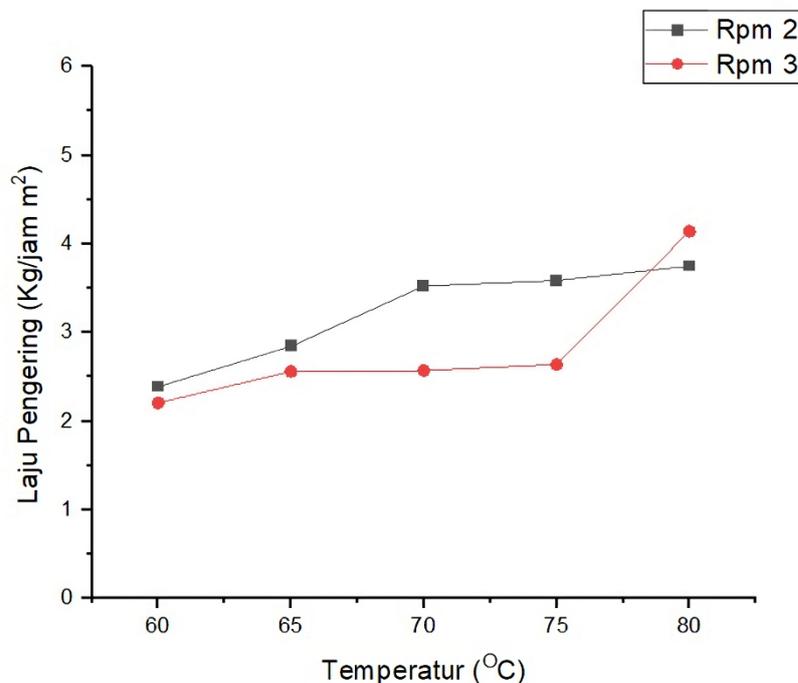
Pada kecepatan 2 rpm, kadar air biji kopi mencapai 12,05% pada suhu 80°C. Ini menunjukkan bahwa untuk mencapai kadar air yang sesuai dengan SNI pada kecepatan 2 rpm, suhu harus dinaikkan hingga 80°C. Sementara itu, pada kecepatan 3 rpm, kadar air biji kopi mencapai 12,05% pada suhu 75°C. Pada suhu 80°C, kadar air biji kopi bahkan turun lebih lanjut menjadi 10,05%. Hal ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan kecepatan 3 rpm, kadar air yang sesuai dengan SNI sudah tercapai pada suhu yang lebih rendah, yaitu 75°C, dan menjadi lebih rendah lagi pada suhu 80°C.

Dari analisis ini, dapat disimpulkan bahwa penggunaan kecepatan 3 rpm lebih efisien dibandingkan dengan 2 rpm, karena putaran silinder yang lebih cepat meningkatkan penguapan kadar air. Kecepatan silinder yang lebih tinggi memungkinkan bahan di dalam dryer bercampur dan bergerak lebih intensif, sehingga setiap partikel bahan lebih sering terkena paparan udara panas. Pendapat ini sejalan dengan pandangan (Abdullah, 2021) yang menyebutkan bahwa kecepatan putaran mempengaruhi waktu tinggal bahan di dalam dryer. Dengan semakin cepatnya putaran rotary dryer, waktu tinggal material yang dikeringkan menjadi lebih singkat.

Namun, kecepatan putar silinder yang tinggi juga dapat mempengaruhi kondisi fisik biji kopi. Mengeringkan biji kopi dengan kecepatan putar silinder yang tinggi dalam rotary dryer dapat menyebabkan beberapa biji kopi retak akibat tekanan mekanis dan gaya sentrifugal yang lebih besar, yang menyebabkan benturan lebih hebat dengan dinding pengering. Peningkatan efek mekanis ini dapat menyebabkan biji kopi lebih mudah retak dibandingkan pengeringan pada putaran silinder yang lebih rendah (Bhat et al., 2022). Hasil penelitian menunjukkan bahwa biji kopi banyak yang retak atau pecah pada kecepatan putar silinder 3 rpm. Putaran silinder yang cepat menyebabkan distribusi panas tidak merata, sehingga beberapa bagian biji kopi menjadi terlalu kering dan rapuh (ANAM, 2022).

#### Dampak Temperatur dan Kecepatan Putaran terhadap Kecepatan Pengeringan

Grafik yang menunjukkan dampak temperatur dan kecepatan putaran terhadap laju pengeringan udara pada penurunan kadar air biji kopi ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengaruh Temperatur Terhadap Laju Pengering

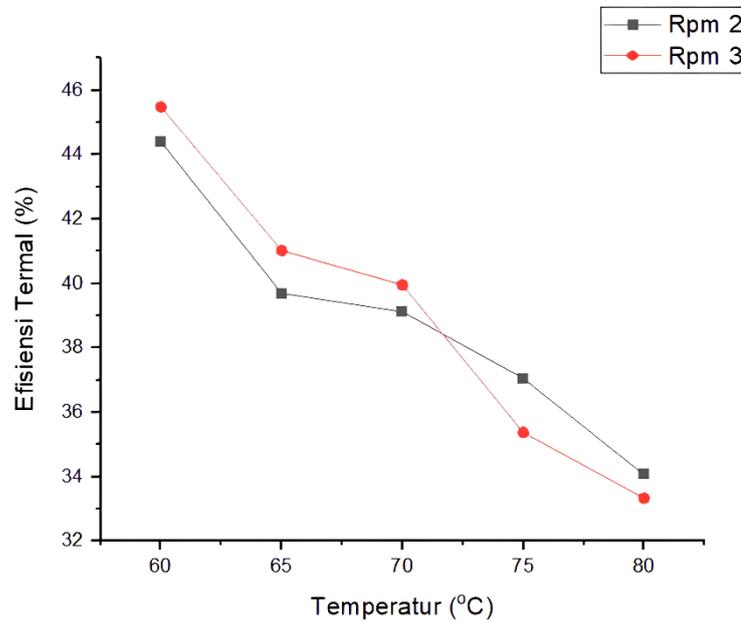
Grafik menunjukkan hubungan antara suhu pengeringan dan laju pengeringan biji kopi pada dua kecepatan silinder, yaitu 2 rpm dan 3 rpm. Pada kecepatan 2 rpm, laju pengeringan meningkat dari 2,388 Kg/jam m<sup>2</sup> pada suhu 60°C menjadi 2,845 Kg/jam m<sup>2</sup> pada suhu 65°C. Pada suhu 70°C, laju pengeringan meningkat tajam menjadi 3,525 Kg/jam m<sup>2</sup>. Setelah 70°C, laju pengeringan sedikit meningkat antara 70°C hingga 80°C. Dari data ini, kita bisa melihat bahwa secara umum, laju pengeringan naik seiring dengan kenaikan suhu. Peningkatan terbesar terjadi antara 65°C dan 70°C, menunjukkan bahwa dalam rentang suhu ini, pengeringan menjadi lebih efisien. Pada suhu yang lebih tinggi, bahan menerima lebih banyak energi panas, sehingga molekul air dalam bahan bergerak lebih cepat dan menguap, meningkatkan laju pengeringan.

Pada kecepatan 3 rpm, laju pengeringan cenderung lebih rendah dibandingkan dengan 2 rpm pada suhu 60 hingga 75°C. Meskipun demikian, laju pengeringan meningkat secara konsisten seiring dengan peningkatan temperatur. Peningkatan yang tajam terjadi pada suhu 80°C, di mana laju pengeringan pada 3 rpm melebihi laju pengeringan pada 2 rpm. Hal ini menunjukkan bahwa pada suhu tinggi, kecepatan putaran yang lebih tinggi efektif dalam meningkatkan laju pengeringan. Peningkatan pencampuran dan agitasi bahan pada kecepatan putaran yang lebih tinggi memungkinkan partikel biji kopi lebih sering terkena udara panas, sehingga mempercepat penguapan air. Laju pengeringan pada kondisi ini mendekati konstan dan akan mencapai tingkat kelembaban tertentu. Pada tahap pengeringan berikutnya, laju pengeringan akan menurun sampai bahan mencapai tingkat kelembaban seimbang (Geankoplis, 2003).

Perbandingan antara kecepatan 2 rpm dan 3 rpm menunjukkan bahwa pada suhu rendah hingga sedang (60 - 75°C), laju pengeringan pada 2 rpm sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan 3 rpm. Ini terjadi karena waktu tinggal yang lebih lama pada kecepatan putaran yang lebih rendah, yang memungkinkan lebih banyak waktu untuk penguapan air. Namun, pada suhu tinggi (80°C), laju pengeringan pada kecepatan 3 rpm lebih tinggi dibandingkan 2 rpm. Penelitian oleh Manfaati et al., (2019) juga mengungkapkan bahwa semakin tinggi suhu pengeringan, semakin meningkat laju pengeringan. Suhu udara yang lebih tinggi memberikan lebih banyak energi panas, yang mempercepat penguapan cairan dari permukaan bahan. Peningkatan suhu juga menghangatkan bahan, menyebabkan tekanan uap air di dalam bahan lebih tinggi daripada tekanan uap di udara, sehingga uap air berpindah dari bahan ke udara. Faktor-faktor yang mempengaruhi laju pengeringan meliputi faktor internal seperti bentuk atau ukuran bahan, serta faktor eksternal seperti suhu, kelembaban, kecepatan udara, dan arah aliran udara (Berk, 2018).

### Dampak Temperatur dan Kecepatan Silinder Terhadap Efisiensi Alat

Grafik menunjukkan hubungan antara temperatur dan kecepatan putaran silinder dengan efisiensi termal ditampilkan pada Gambar 5.



**Gambar 4.** Grafik Pengaruh Temperatur dan Kecepatan Silinder Pengering Terhadap Efisiensi Alat

Grafik ini menunjukkan hubungan antara temperatur pengeringan dan efisiensi termal pada dua kecepatan silinder, yaitu 2 rpm dan 3 rpm. Efisiensi termal mengukur seberapa efektif sistem pengeringan menggunakan energi panas untuk menguapkan air dari biji kopi.

Pada kecepatan 2 rpm, efisiensi termal dimulai dari sekitar 44,40% pada suhu 60°C dan menurun secara bertahap hingga sekitar 34,06% pada suhu 80°C. Di sisi lain, pada kecepatan 3 rpm, efisiensi termal dimulai lebih tinggi, yaitu sekitar 45,48% pada suhu 60°C, tetapi juga mengalami penurunan hingga mencapai sekitar 33,33% pada suhu 80°C.

Penurunan efisiensi termal ini disebabkan oleh peningkatan kehilangan panas ke lingkungan karena perbedaan suhu yang lebih besar dan pertukaran panas yang kurang efisien. Ini sejalan dengan penelitian (Santri, 2006), yang menyatakan bahwa sebagian besar energi panas dalam proses pengeringan digunakan untuk menguapkan air dari bahan. Penelitian Yuliati, (2018) juga menyebutkan bahwa udara panas mempengaruhi efisiensi termal dengan memanaskan biji kopi, meningkatkan perbedaan suhu, dan menyebabkan terjadinya kehilangan panas.

Pada kecepatan silinder yang lebih tinggi, aliran udara di dalam pengering lebih turbulen, yang dapat meningkatkan efisiensi perpindahan panas. Namun, peningkatan suhu tetap menyebabkan penurunan efisiensi karena lebih banyak panas yang hilang ke lingkungan dan perubahan sifat termodinamika udara. Kenaikan suhu ruang pengering akibat udara panas menyebabkan efisiensi termal cenderung menurun. Ini karena kenaikan suhu menyebabkan lebih banyak panas yang hilang, sehingga efisiensi termal menurun. Selain itu, ukuran cerobong yang besar memungkinkan lebih banyak udara panas keluar, sehingga meningkatkan kehilangan panas (Has et al., 2021).

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, suhu dan kecepatan putaran drum pada mesin *rotary dryer* sangat mempengaruhi proses pengeringan kopi. Penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu dan kecepatan drum, semakin cepat proses pengeringan terjadi. Kondisi terbaik ditemukan pada suhu 75°C dan kecepatan 3 rpm, yang menghasilkan kadar air kopi sebesar 12,05%. Selain itu, laju pengeringan

meningkat seiring dengan naiknya suhu, dengan laju tertinggi mencapai 4,142 kg/jam m<sup>2</sup> pada suhu 80°C dan kecepatan 3 rpm. Namun, efisiensi termal bervariasi; efisiensi tertinggi sekitar 45,48% tercapai pada suhu 60°C dengan kecepatan 3 rpm, tetapi menurun menjadi sekitar 33,33% pada suhu 80°C. Ini menunjukkan bahwa meskipun suhu dan kecepatan drum yang lebih tinggi dapat mempercepat pengeringan, efisiensi termal menurun pada suhu yang lebih tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, N. A. (2021). *490Tugas\_Akhir\_Nur\_Azisah\_Abdullah\_(18TKM337)[1]*.
- AEKI, (n.d). Industri Kopi Indonesia [http://www.aeki-aice.org/coffe\\_industry.html](http://www.aeki-aice.org/coffe_industry.html). Diakses pada 01 Mei 2024.
- ANAM, M. C. (2022). *Skripsi Optimasi Distribusi Temperatur Mesin Pengering Dan Penyortir Kopi Dengan Metode Automatic Humidity Temperature Control*.
- Berk, Z. (2018). *Food process engineering and technology*. Academic press.
- Bhat, J., Bhat, V., Kumar, G., & Shivaprasad, B. L. (2022). Modelling and Analysis of Areca Nut Collecting Machine. *Current Agriculture Research Journal*, 10(3).
- Direktorat Jendral Perkebunan.2023. Statistik Provinsi Sentra Produksi Rata- Rata Kopi Robusta Perkebunan Rakyat Indonesia, Tahun 2019-2023
- Effendy, S., Syarif, A., Rendi Setiady, R., & Anjas Abdul Kholik, M. (2018). Kajian Prototipe Rotary Dryer Berdasarkan Kecepatan Putaran Silinder Pengering Dan Laju Alir Udara Terhadap Efisiensi Thermal Pengeringan Biji Jagung Study Of Rotary Dryer Prototype Based On The Revolutions Of The Dryer And Air Flow Rate Towards The Thermal Efficiency Of Drying Corn Seeds. *Jurnal Kinetika*, 9(02), 43–49. <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/kimia/index>
- Geankoplis, C. J. (2003). *Separation Process Principles*.
- Haryanto, B. (2012). *Prospek Tinggi Bertanam Kopi*. Yogyakarta: Pustaka.
- Has, R. A., Purnamasari, I., & Fadarina, F. (2021). Efisiensi Thermal Alat Pengering Tipe Tray Untuk Pengeringan Pulp Campuran Tandan Kosong Kelapa Sawit Dan Pelepah Pisang. *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Indonesia*, 1(12), 511–519. <https://doi.org/10.52436/1.jpti.137>
- Jensen, M. E. (1962). *Agricultural Engineers' Handbook: CB Richey, Paul Jacobson, Carl W. Hall, Editors. McGraw-Hill Book Company, Inc., 330 W. 42nd St., New York 36, NY 1961. \$19.50. Wiley Online Library*.
- Khafizam, S., Watama, S., Feriadi, I., & Ramdhani, D. (2022). Pengaruh Bentuk Sirip Straight Angled dan Right Angled Pada Alat Pengering Lada Tipe Rotary Dryer Berbahan Bakar Biomassa Terhadap Parameter Proses Pengeringan. *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, 3(02), 293–300.
- Manfaati, R., Baskoro, H., & Rifai, M. M. (2019). Pengaruh waktu dan suhu terhadap proses pengeringan bawang merah menggunakan tray dryer. *Fluida*, 12(2), 43–49.
- Pratama Widayu. (2022). *Pengujian Pengeringan Biji Kopi Menggunakan Alat Pengering Atap Ganda*.
- Rahmat, M., Rais, M., & Program Studi Pendidikan Teknologi Pertanian, A. (2019). Uji Pengeringan Biji Jagung (*Zea Mays*. Sp) Menggunakan Alat Pengering Biji Bijian Tipe Rak (Tray Dryer) Drying *Zea Mays*. Sp Testing Used Maze Type Drier Tray. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 5, 222–229.

- Santri, N. (2006). *Uji kinerja dan modifikasi alat pengering (rotary dryer) pada pengeringan sawut ubi jalar (Ipomea batatas L.) di unit pengolahan Badan Usaha Milik Petani (BUMP) Cibungbulang.*
- Wijaya, R., K. M. F., & Handayani, A. M. (2021). Analisis Pindah Panas Pada Pengeringan Tepung Singkong (Manihot utilissima) Menggunakan Pneumatic Flash Dryer. *Jurnal Teknotan*, 15(2), 91. <https://doi.org/10.24198/jt.vol15n2.5>
- Yulianto, R., & Rusli, M. S. (2022). Mesin Pengering Gabah Model Bak Menggunakan Bahan Bakar LPG. *Jurnal Poli-Teknologi*, 21(3), 124–128.
- Yuliati, S. (2018). Unjuk kerja rotary dryer pada proses pengeringan biji kopi. *Kinetika*, 9(3), 38–42.