

UNJUK KERJA ROTARY DRYER PADA PROSES PENGERINGAN BIJI KOPI

PERFORMANCE OF ROTARY DRYER FOR THE PROCESS OF DRYING COFFEE

Selastia Yulianti^{1,a)}, Aida Syarif¹, Mustain Zamhari¹, Robert Junaidi¹, Yuniar¹, Astri Depiana¹, Anggi Andini, Putri¹, Syarah Ulfah^{1,b)}, Tiara Nanda Bella Yandini¹, Tri Rahayu¹

¹Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya

Jalan Sriwijaya Negara-Palembang 30139, 0711(353414/(0711)355918

e-mail: ^{a)}selastiayulianti@yahoo.com, ^{b)}syarahulfah511@gmail.com

ABSTRACT

The drying process is an important step of drying coffee. At present there are mechanical dryer for drying of coffee, one of them is a rotary dryer for finned heater, as a heat source. Rotary system in this study was used to dry the coffee beans to a minimum water content of 12%, according to the SNI standard, calculate the thermal drying efficiency, calculate the heat transfer coefficient, and calculate the drying rate. The test parameters in this study were drying temperatures varied from 30 °C to 70 °C and a drying time of 6.5 hours. The results of this study are the value of thermal efficiency obtained ranged from 68.8 - 79%, with a decrease in water content from coffee beans ranging from 25.2 - 11.98%. The value of the heat transfer coefficient in the rotary dryer device is 390.49 - 481.63 kJ / hour. m².C. The value of drying rate is 1.75 - 2.06 kg / hour.m². From the results of calculations and analysis, the optimal drying temperature to desired SNI standards is found at a drying temperature of 70 °C with a drying time of 390 minutes. The performance of the rotary dryer is very good with thermal efficiency values above 60%.

Key words: Coffee Bean, Drying Rate, Heat Transfer, Rotary Dryer, Thermal Efficiency.

1. PENDAHULUAN

Pada proses pengolahan biji kopi, pengeringan merupakan salah satu tahap yang sangat penting untuk menghasilkan kualitas biji kopi yang baik. Pada umumnya proses pengeringan biji kopi dilakukan dengan menggunakan panas matahari (secara konvensional). Pengeringan tersebut dimaksudkan untuk mengurangi kandungan air dari dalam biji kopi yang semula 60 - 65% sampai kadar air 12%. Biji kopi yang siap diperdagangkan adalah biji kopi yang sudah dikeringkan, kadar airnya berkisar antara 12-13% (Haryanto, 2013).

Proses pengeringan menggunakan sinar matahari (*full sun drying*) mempunyai banyak kekurangan diantaranya waktu pengeringan lama, memerlukan area yang cukup luas, cuaca yang sering berubah-ubah, serta rentan terkontaminasi polusi yang ada disekeliling area pengering. Kendala lain yang dialami pengeringan menggunakan sinar matahari lain adalah kondisi operasi yang sulit dikontrol seperti temperatur, tekanan dan kelembaban udara selama proses pengeringan. Masalah inilah yang menyebabkan bentuk dari biji kopi menjadi rusak, karena selama proses pengeringan biji kopi sering dilindas oleh kendaraan, sehingga dapat mengurangi harga jual dari biji kopi itu sendiri akibat kualitas yang kurang bagus. Untuk mengatasi masalah tersebut dibuat alat pengering buatan (*artificial drying*).

Rotary Dryer merupakan salah satu alat pengering yang berbentuk silinder dan bergerak secara berputar. Pengeringan pada *rotary dryer* dilakukan secara berkali-kali, sehingga tidak hanya permukaan atas yang mengalami proses pengeringan, namun juga pada seluruh bagian yaitu atas dan bawah secara bergantian, sehingga pengeringan yang dilakukan oleh alat ini lebih merata dan lebih banyak mengalami penyusutan serta mempercepat waktu pengeringan (Jumari dan Purwanto, 2005). Kelebihan dari proses pengeringan menggunakan *rotary dryer* adalah dapat mengeringkan lapisan luar maupun dalam proses pencampuran, serta menggunakan daya listrik yang sedikit.

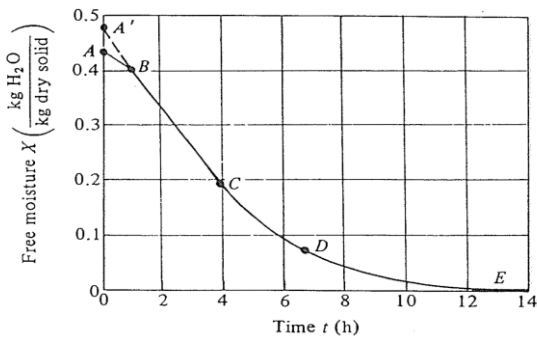
Untuk mengetahui kinerja dari alat *rotary dryer* dapat ditinjau dari efisiensi *thermal*, koefisien perpindahan panas, laju pengeringan dan pengaruh temperatur pengeringan terhadap penurunan kadar air bahan sehingga dihasilkan biji kopi dengan kandungan air sesuai dengan standar SNI 12%.

Proses pengeringan dipengaruhi oleh suhu, tekanan, kelembaban udara lingkungan, kecepatan aliran udara pengering, energi pengering, kapasitas pengering, dan luas permukaan kontak antara padatan dengan fluida panas. Nantinya akan berpengaruh terhadap laju pengeringan.

Menurut Henderson dan Perry (1955), proses pengeringan mempunyai dua periode utama yaitu periode pengeringan dengan laju pengeringan tetap dan periode laju pengeringan dengan laju pengeringan

menurun. Kedua periode utama ini dibatasi oleh kadar air kritis.

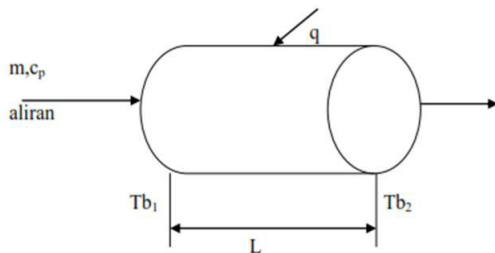
Periode laju pengeringan menurun meliputi dua proses yaitu : perpindahan dari dalam ke permukaan dan perpindahan uap air dari permukaan bahan ke udara sekitarnya. Gambar laju pengeringan dapat dilihat pada gambar 1.



Sumber : Treybal, 1981

Gambar 1. Hubungan Kadar Air dengan Waktu

Dalam proses pengeringan selain terjadi perpindahan massa, juga terjadi proses perpindahan panas. Perpindahan panas yang terjadi di dalam rotary dryer adalah perpindahan panas konveksi. Perpindahan kalor secara konveksi merupakan perpindahan antara permukaan solid dan berdekatan dengan fluida yang bergerak atau mengalir. Perpindahan panas konveksi terjadi karena adanya gerakan/aliran/ pencampuran dari bagian panas ke bagian yang dingin. Skema aliran perpindahan panas secara konveksi dapat dilihat pada Gambar 2.



Sumber : Holman, 1986

Gambar 2. Skema Perpindahan Panas secara Konveksi

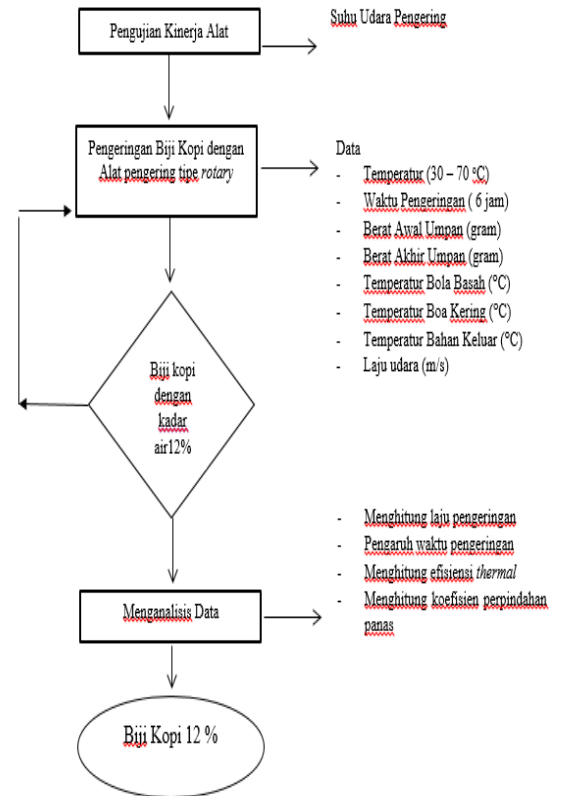
Untuk mengetahui kinerja dari alat rotary dryer dapat dilihat dari nilai efisiensi thermal alat, karena dari nilai efisiensi thermal kita dapat mengetahui panas yang dimanfaatkan untuk proses pengeringan. Untuk mengetahui nilai efisiensi thermal dapat digunakan persamaan 1

$$\eta = \frac{Q_{out}}{Q_{in}} \times 100\% \quad (1)$$

2. METODE

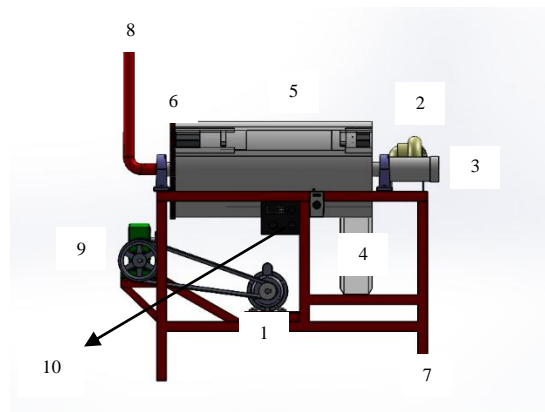
Pada penelitian ini dilakukan uji kinerja dari rotary dryer untuk pengeringan biji kopi, dimana dengan memvariasikan temperatur pengeringan. Biji kopi yang

digunakan dalam penelitian ini sebanyak 1 kg dengan lama waktu pengeringan selama 6 jam, hingga didapatkan kadar air dari biji kopi yang sesuai dengan SNI yaitu 12%. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

Alat yang digunakan untuk pengeringan biji kopi ini adalah rotary dryer, rotary dryer yang digunakan menggunakan sumber pemanas finned heater. Gambar rotary dryer untuk pengeringan biji kopi dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Rotary Dryer

Keterangan :

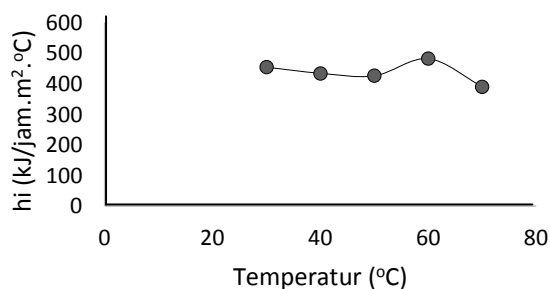
1. Motor Penggerak
2. Blower jenis Keong
3. Heater

4. Tempat keluaran produk
5. Tabung silinder
6. Tempat masuk bahan
7. Kerangka *Rotary*
8. *Speed Reducer (gearbox)*
9. Cerobong (*stack*)
10. Panel control

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kinerja dari alat *rotary dryer* dapat ditinjau dari efisiensi *thermal*, karena dengan mengetahui efisiensi dari suatu alat kita akan mengetahui apakah alat tersebut dapat bekerja secara efektif atau tidak. Pada penelitian ini, sumber panas yang digunakan adalah *finned heater* dengan media pengering udara panas. Udara panas ini lah yang akan mengeringkan biji kopi, sehingga dihasilkan biji kopi dengan kadar air yang sesuai dengan SNI, yaitu 12 %. Maka dari itu kontak antara udara panas dengan material yang dikeringkan sangat mempengaruhi proses pengeringan, yang nantinya akan berpengaruh terhadap kinerja dari alat *rotary dryer*. Berdasarkan proses perpindahan panasnya, perpindahan panas tersebut terjadi secara konveksi, karena fluida (dalam hal ini udara panas) mengalami kontak secara langsung dengan bahan yang dikeringkan (biji kopi).

Perpindahan kalor secara konveksi merupakan perpindahan antara permukaan solid dan berdekatan dengan fluida yang bergerak atau mengalir. Perpindahan panas konveksi terjadi karena adanya aliran dari bagian panas ke bagian yang dingin, panas konveksi dipengaruhi oleh koefisien perpindahan panasnya. Untuk mengetahui nilai dari koefisien perpindahan panas (h_i) dapat dilihat pada Gambar 5.

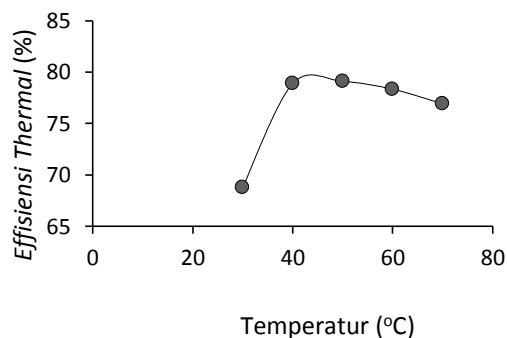


Gambar 5. Pengaruh Temperatur Pengeringan terhadap Koefisien Perpindahan Panas Konveksi

Dari Gambar 5 dapat dilihat dengan naiknya temperatur pengeringan nilai koefisien perpindahan panas konveksi juga semakin tinggi, dengan nilai koefisien perpindahan panas yang tinggi proses perpindahan panas yang terjadi juga optimal, sehingga dengan adanya perbedaan temperatur, air yang ada pada biji kopi akan banyak yang menguap karena, proses perpindahan panas yang terjadi berjalan secara optimal. Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa nilai

koefisien perpindahan panas konveksi mengalami fluktuasi, naik turunnya nilai dari koefisien perpindahan panas dipengaruhi oleh perubahan angka Reynolds, dengan berubahnya angka Reynolds, pergerakan aliran akan semakin tidak beraturan atau semakin cepat (Julian, 2012), selain itu, hal ini juga dipengaruhi oleh perubahan fisik dari udara akibat adanya dorongan paksa dari alat mekanis (*blower*) sehingga sifat fisik dari fluida seperti, viskositas, densitas, *specific heat*, dan konduktivitas termal dari udara panas akan berubah sesuai dengan temperatur (Kern, 1965). Kecepatan dari udara dan viskositas mempengaruhi dari gerakan partikel udara sehingga, kontak antara udara dengan biji kopi akan merata. Nilai dari konduktivitas termal dan *specific heat* akan mempengaruhi jumlah panas yang diserap oleh udara. Nilai koefisien perpindahan panas berkisar antara 390,49 kJ/jam.m².°C – 481,63 kJ/jam.m².°C, nilai koefisien perpindahan panas masih sangat baik bila dibandingkan dengan peneliti sebelumnya yaitu 1,258 W/m².°C – 2,769 W/m².°C (4,5 kJ/jam.m².°C – 9,968 kJ/jam.m².°C) (Shofwaturrohan, 2015).

Akibat adanya perpindahan panas dari udara ke bahan mengakibatkan kandungan air yang ada pada biji kopi menjadi berpindah ke udara, banyaknya panas yang digunakan untuk mengeringkan biji kopi dapat dilihat dari nilai efisiensi *thermal* pengeringan. Pada Gambar 6. menunjukkan nilai efisiensi *thermal* dari alat *rotary dryer*.

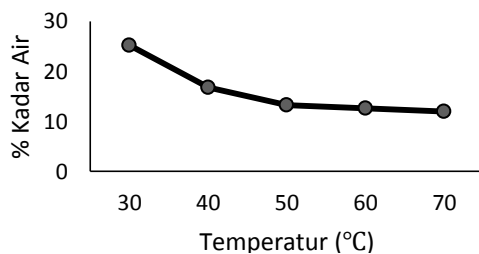


Gambar 6. Pengaruh Temperatur Pengeringan terhadap Effisiensi Thermal

Pada Gambar 6. *Effisiensi thermal* yang paling tinggi berada pada suhu pengeringan 50 °C yaitu sebesar 79.09 %. Hal ini disebabkan karena udara panas yang besar berasal dari konversi listrik terhadap udara yang dipanaskan oleh heater. Udara panas yang besar itulah yang mempengaruhi besarnya *effisiensi thermal*, karena dengan adanya energi dari udara panas yang mencukupi dapat menguapkan air yang ada di bahan. Udara panas nantinya akan memanaskan biji kopi yang akan dikeringkan, dengan

adanya udara panas temperatur dari biji kopi menjadi naik. Akibat adanya perbedaan suhu tersebut air yang ada pada bahan akan berpindah dari bahan padatan ke udara, selain itu dengan udara panas yang besar maka air yang teruapkan juga semakin banyak akibat adanya kontak antara udara panas dengan bahan yang dikeringkan. *Effisiensi thermal* ini bervariasi antara 68,8 % sampai 79 %. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar dari panas dalam pengeringan digunakan untuk menguapkan air dari bahan, sedangkan sebagian lagi hilang (Santri, 2006). Nilai *effisiensi thermal* alat *rotary dryer* memiliki nilai yang bagus bila dibandingkan dengan peneliti sebelumnya, berkisar antara 47,79-77% (Shofwaturrohman, 2015).

Adanya panas yang masuk *rotary dryer* akan digunakan untuk proses pengeringan biji kopi, sehingga kandungan air yang ada pada biji kopi akan berkurang, karena adanya perpindahan massa dan perpindahan panas. Untuk melihat kadar air biji kopi di setiap temperatur pengeringan dapat dilihat pada Gambar 6.



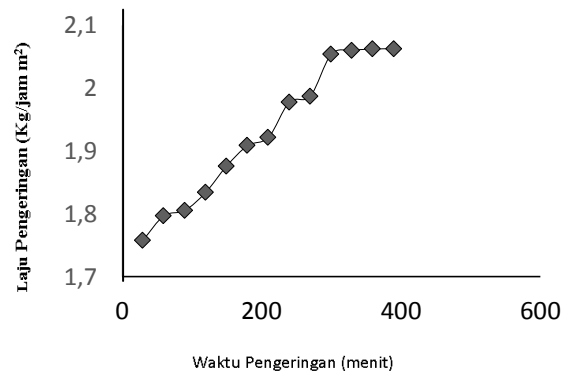
Gambar 6. Pengaruh Temperatur Pengeringan terhadap Kadar Air

Berdasarkan Gambar 6, penurunan kandungan kadar air yang terjadi pada biji kopi sangat dipengaruhi oleh suhu pengeringan yang diberikan. Semakin tinggi suhu pengeringan yang diberikan maka semakin besar pula penurunan kadar air yang terjadi pada biji kopi. Suhu pengeringan yang tinggi mengakibatkan kontak antara biji kopi dengan udara pemanas semakin besar sehingga kadar air yang menguap akan semakin besar pula (Mc Cabe, 1985). Akan tetapi pada suhu pengeringan 70 °C penurunan kadar air biji kopi tidak terlalu signifikan, hal ini disebabkan air bebas yang berada dalam biji kopi telah habis menguap sehingga proses pengeringan yang terjadi tidak dipengaruhi oleh kandungan kebasahan, penurunan kadar air pada kondisi ini tidak jauh berbeda dengan penurunan kadar air pada suhu 60.

Berdasarkan jumlah kadar air yang diperbolehkan dalam biji kopi sesuai standar SNI yaitu 12 % (SNI 01-2907-2008), maka suhu optimal pada proses pengeringan biji kopi ini diperkirakan terdapat pada suhu 70 dengan waktu pengeringan selama 390 menit yaitu sebesar 11,98%.

Penurunan kadar air pada biji kopi dipengaruhi oleh laju pengeringan dari biji kopi, laju pengeringan dari biji kopi mengindikasikan besarnya laju dari air yang

ada pada biji kopi ke udara. Untuk melihat laju pengeringan dengan lama waktu pengeringan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Pengaruh Waktu Pengeringan terhadap Laju Pengeringan

Gambar 7 merupakan grafik pengaruh waktu pengeringan terhadap laju pengeringan biji kopi. Laju pengeringan pada waktu 30, hingga 390 menit terus mengalami kenaikan yaitu dari 1,75 hingga 2,06 kg./jam m², akan tetapi pada waktu 360 menit hingga 390 menit laju pengeringan hampir mengalami kondisi laju pengeringan yang konstan yaitu 2,062035 kg./jam m² menjadi 2,06 kg./jam m².

Dalam hal ini menunjukkan bahwa pada kondisi waktu pengeringan 360 hingga 390 menit proses pengeringan telah tidak dipengaruhi oleh kandungan kebasahan (Mc Cabe, 1985), sehingga laju pengeringan yang terjadi pada kondisi ini mendekati konstan. Apabila proses pengeringan terus dilanjutkan maka akan memungkinkan terjadinya laju pengeringan periode menurun, dengan berkurangnya kandungan kebasahan, periode laju-konstan akan berakhir pada suatu kandungan kebasahan tertentu dan dalam pengeringan selanjutnya laju itu akan berkurang dan akhirnya bila bahan itu telah mencapai kandungan kebasahan kesetimbangan (Geankoplis, 1993).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa uji kinerja dari alat *rotary dryer* untuk pengeringan biji kopi sangat bagus, hal ini dapat dilihat dari nilai koefisien perpindahan panas, efisiensi termal, dan juga kadar air akhir dari biji kopi.

Hasil dari penelitian ini nilai efisiensi *thermal* yang didapat berkisar antara 68,8-79%, dengan penurunan kadar air dari biji kopi berkisar antara 25,2-11,98%. Nilai koefisien perpindahan panas pada alat *rotary dryer* sebesar 390,49-481,63 kJ/jam.m² °C. Nilai laju pengeringan dari alat *rotary dryer* sebesar 1,75-2,06 kg./jam.m².

DAFTAR PUSTAKA

- Geankoplis, C.J. 1993. "Transport Processes and Unit Operation." 3 ed., 525. United State of Amerika: Prentice Hall.
- Haryanto, B. 2013. "Prospek Tinggi Bertanam Kopi." Yogyakarta: Pustaka Baru Press.
- Henderson, M.S., dan Perry, M.E. 1955. "Agricultural Process Engineering." United State of Amerika: The AVI Publishing Company Inc., Wesport, Connecticut.
- Himmelblau, D., dan James, B.R. 2004. "Basic Principles and Calculations Chemical Engineering." 7 ed. New Jersey: Prentice Hall.
- Holman, J.P. 1986. "Heat Transfer." In , 6 ed. McGraw - Hill.
- Julian, G. 2012. "Analisa Perpindahan Kalor dan Pressure Drop pada Microchannel Heat Exchanger dengan Fluida Kerja Air Al₂O₃, -Air, SnO₂-Air." *Universitas Indonesia*.
- Jumari, A., dan Purwanto, A. 2005. "Design of Rotary Dryer for Improving the Quality of Product of Semi Organic Phosphate Fertilizer." Solo: Jurusan Teknik Kimia F.T.UNS.
- Kern, D. Q. 1965. "Process Heat Transfer." Tokyo: McGraw - Hill.
- McCabe, W.L. 1985. "Unit Operations of Chemical Engineering." New York: McGraw - Hill.
- Santri, N. 2006. *Uji Kinerja dan Modifikasi Alat Pengering (Rotary Dryer Pada Pengering Sawut Ubi Jalar*. Bogor : Fakultas Ilmu Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Shofwaturrohman, M. 2015. "Perpindahan Massa dan Panas Buah Kopi Selama Proses Pengeringan Menggunakan Pengeringan Tipe Rotary." Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Treybal, R.E. 1981. "Mass Transfer Operation." Singapore: McGraw - Hill.