

UNJUK KERJA PENGERING KAKAO TIPE TRAY DRYER DENGAN MENGALIRKAN UDARA PANAS SECARA ZIK-ZAK

Riswandi ¹, Abdul Makhsud ², Mahmuddin ²

¹⁾ Mahasiswa Program Magister Teknik Mesin, Universitas Muslim Indonesia

²⁾ Dosen Program Magister Teknik Mesin, Universitas Muslim Indonesia

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi alat pengering kakao tipe tray dryer dengan memanfaatkan aliran udara panas. Metode yang digunakan adalah dengan membuat sebuah alat pengering bertingkat dengan mengalirkan udara panas ke dalam ruang pengering. Untuk mengetahui unjuk kerja alat pengering, maka temperatur udara masuk divariasikan yakni 60°C, 65°C, dan 70°C dengan laju aliran udara dijaga tetap konstan 6,37 m/s. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan kadar air kakao dari 72,9% menjadi 7,5% adalah 1,75-3,25 jam. Efisiensi pengeringan diperoleh sebesar 23,34% pada temperatur udara masuk 60°C, 26,56% pada temperatur udara masuk 65°C, dan 29,21% pada temperatur udara masuk 70°C.

Kata kunci: Alat pengering, efisiensi, kadar air

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengeringan hasil-hasil pertanian oleh petani umumnya dilakukan dengan cara menjemur langsung dibawah panas matahari dengan temperatur antara 30°C–45°C, sedangkan temperatur pengeringan yang ideal untuk komoditas pertanian termasuk biji kakao pada umumnya sekitar 60°C-70°C. Dengan demikian, jika hanya menggunakan panas matahari pada suhu lingkungan, maka akan membutuhkan waktu yang lebih lama dalam proses pengeringan.

Untuk menurunkan kadar air kakao hasil panen difermentasi selama 4–7 hari sekitar 51%-60%, sehingga memberikan peluang yang besar untuk cepat membusuk akibat pertumbuhan mikroorganisme. Oleh karena itu, dengan cara mengeringkan kakao, diharapkan dapat mengurangi kadar air dalam kakao yang berpotensi dapat merusak biji kakao. Kadar air yang diharapkan setelah proses pengeringan

adalah maksimal 7,5% (Standar SNI-01-2323-2008), pada kondisi ini akan mencegah tumbuhnya mikroorganisme pembusuk sehingga dapat memperpanjang waktu simpan.

Pengeringan merupakan salah satu cara menurunkan kadar air yang ada di dalam bahan kakao yang akan dikeringkan dengan menggunakan pengering konvensional atau pengering buatan. Keuntungan pengeringan antara lain adalah bahan menjadi lebih awet dan memudahkan proses pengolahan selanjutnya. Metode pengeringan yang paling banyak dilakukan adalah dengan memanfaatkan energi panas matahari yang selalu tersedia di alam dan tidak memerlukan biaya yang mahal untuk pemanfaatannya, namun kondisi cuaca yang tidak menentu kadang membuat proses pengeringan tidak maksimal.

Proses pengeringan kakao adalah kelanjutan dari tahap oksidatif dari fermentasi yang berperan penting dalam mengurangi kelat dan pahit. Selain itu

proses pengeringan dilakukan untuk menghasilkan biji kakao kering yang berkualitas, terutama dalam hal fisik, calon cita rasa, dan aroma yang baik. Jika pengeringan terlalu lambat, hal ini dapat menimbulkan efek negatif karena dapat menstimulasi kehadiran jamur yang berkembang dan masuk ke dalam bahan. Sementara itu, pengeringan yang terlalu cepat juga bisa mengganggu kesempurnaan reaksi oksidatif yang berlangsung dan dapat menyebabkan tingkat keasaman yang berlebih. Peningkatan suhu pengeringan akan meningkatkan kelat dan *asamity* sehingga suhu pengeringan tidak lebih dari 70°C (Winarno, 1992). Berdasarkan uraian tersebut, maka diperlukan kajian yang mendalam melalui kegiatan penelitaian dengan membuat alat pengering.

1.2. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui efisiensi alat pengering kakao *type tray dryer*.
2. Mengetahui berapa lama waktu yang optimal untuk menurunkan kadar air kakao hingga mencapai 7,5 % (SNI 01-2323-2008)

II. KAJIAN PUSTAKA

Zainuddin. dkk (2016), telah melakukan studi eksperimen pemanfaatan gas buang mesin diesel melalui alat penukar panas *shell helical coil multi tube*. Hasil yang diperoleh dari percobaan alat penukar panas *shell helical coil multi tube* untuk mengeringkan gabah basis basah 14% diperlukan kalor 19374,89 kJ pada temperatur udara 46,7°C dengan panas yang tersedia 2248 kJ/jam, laju aliran massa udara 0,0574 kg/s waktu pengeringan 8 jam 36 menit, sedangkan waktu tercepat untuk pengeringan gabah basis basah 14% pada suhu udara 70,4°C dibutuhkan panas 1893 kJ, sedangkan panas yang tersedia 12066 kJ/jam dengan laju aliran massa udara 0,083 kg/s waktu pengeringan 1 jam, 33 menit.

Syawaluddin. dkk (2017), telah meneliti tentang analisa desain mesin pengering ampas tahu dengan

memanfaatkan panas gas buang dari boiler. Hasil penelitian yang telah dilakukan dengan alat pengering *tray* dengan 15 *batch* bersusun dua paralel, luas total *tray* 7,5 m² dengan luas persatuan *tray* 0,25 m² dan jumlah *tray* sebanyak 30 buah. Kapasitas produksi perproses pengeringan 30 kg atau 60 kg per hari. Efisiensi termal alat pengering ini adalah 41,013%.

Cahyaningrum. dkk (2018), telah melakukan kajian pengering biji kakao hasil panen tipe *cabinet dryer*, pengeringan diawali dengan tahap penyediaan bahan baku berupa biji kakao hasil fermentasi, selanjutnya di rendam dan kemudian dicuci. Tahap berikutnya adalah melakukan proses pengeringan dengan metode *cabinet dryer* pada suhu rata-rata 45°C, 55°C, dan 65°C, dan berlangsung mulai pukul 10.00 WIB sampai pukul 18.00 WIB. Pada malam hari, biji kakao disimpan di dalam oven yang kipasnya masih berputar untuk mencegah terjadinya absorpsi uap air dari lingkungan. Pengeringan dilanjutkan keesokan pagi dan seterusnya hingga hari ketiga atau proses pengeringan dihentikan jika kadar air mencapai standar SNI yaitu 7 % -7,5%.

2.1 Landasan Teori

Pengeringan adalah pemisahan sejumlah kecil air dari suatu bahan sehingga mengurangi kandungan sisa zat cair di dalam zat padat itu sampai suatu nilai rendah yang dapat diterima, menggunakan panas. Pada proses pengeringan ini air diuapkan menggunakan udara tidak jenuh yang dihembuskan pada bahan yang akan dikeringkan. Air (atau cairan lain) menguap pada suhu yang lebih rendah dari titik didihnya karena adanya perbedaan kandungan uap air pada bidang antar-muka bahan padat-gas dengan kandungan uap air pada fasa gas. Gas panas disebut medium pengering, menyediakan panas yang diperlukan untuk penguapan air dan sekaligus membawa air keluar. Air juga dapat dipisahkan dari bahan padat, secara mekanik menggunakan cara pengepresan sehingga air keluar, dengan pemisah sentrifugal, dengan penguapan termal

ataupun dengan metode lainnya. Pemisahan air secara mekanik biasanya lebih murah biayanya dan lebih hemat energi dibandingkan dengan pengeringan.

Kandungan zat cair dalam bahan yang dikeringkan berbeda dari satu bahan ke bahan lain. Ada bahan yang tidak mempunyai kandungan zat cair sama sekali (*bone dry*). Pada umumnya zat padat selalu mengandung sedikit fraksi air sebagai air terikat. Kandungan air dalam suatu bahan dapat dinyatakan atas dasar basah (% berat) atau dasar kering, yaitu perbandingan jumlah air dengan jumlah bahan kering.

Dasar pengeringan adalah terjadinya penguapan air ke udara karena perbedaan kandungan uap air antara udara dengan bahan yang dikeringkan. Dalam hal ini, kandungan uap air udara lebih sedikit atau udara mempunyai kelembaban nisbi yang rendah sehingga terjadi penguapan. Kemampuan udara membawa uap air bertambah besar jika perbedaan antara kelembaban nisbi udara pengering dengan udara sekitar bahan semakin besar. Salah satu faktor yang mempercepat proses pengeringan adalah kecepatan angin atau udara yang mengalir. Udara yang tidak mengalir menyebabkan kandungan uap air di sekitar bahan yang dikeringkan semakin jenuh sehingga pengeringan semakin lambat.

Susanto, F.X.. (1994), tujuan pengeringan kakao adalah menurunkan kadar air dari 60% menjadi 6%-7,5%. Beberapa cara pengeringan yaitu dengan sinar matahari, dengan alat pengering dan kombinasi keduanya. Pengeringan kombinasi yaitu pengeringan dengan panas sinar matahari dan panas buatan. Cara ini lebih baik karena tidak tergantung cuaca dan bahan bakar lebih sedikit. Pengeringan dengan sinar matahari menjadikan mutu biji lebih baik yaitu menjadi mengkilap. Caranya adalah biji ditebarkan di lantai penjemuran di bawah terik matahari. Tetapi pengeringan ini membutuhkan tenaga kerja yang banyak, waktu yang dibutuhkan juga cukup lama dan bergantung cuaca. Bila cuaca kurang bagus misalnya mendung,

hujan, penyinaran sinar matahari tidak efektif maka pengeringan ini tidak dapat berlangsung dengan baik. Untuk mengantisipasi cuaca yang tidak menentu tersebut maka pengeringan yang baik adalah pengeringan yang dilakukan dengan alat pengering yang dalam hal ini dipakai *tray dryer*.

Teknik pengeringan ada tiga yaitu pengeringan dengan sinar matahari, menggunakan alat pengering, dan perpaduan keduanya. Pengeringan menggunakan sinar matahari memiliki sisi positif dan negatif. Sisi positifnya, akan diperoleh warna biji kakao coklat kemerahan dan tampak lebih cemerlang. Warna dan kenampakan yang demikian inilah yang diharapkan dari biji kakao, sehingga pengeringan di bawah sinar matahari lebih disarankan untuk biji kakao. Namun demikian, pengeringan sinar matahari memiliki kendala yang disebabkan kondisi cuaca terutama saat hujan. Metode pengeringan ini memerlukan waktu 5 hingga 7 hari untuk mencapai kadar air di bawah 7,5%. Kadar air kakao yang lebih dari 7,5 % tidak memenuhi persyaratan SNI (Hatmi dan Rustijarno, 2012).

2.2 Analisa Kadar Air Kakao

Kadar air dalam suatu bahan dapat dinyatakan dalam dua keadaan, yaitu kadar air basah dan kadar air kering. Kadar air biji-bijian dihitung dengan menggunakan persamaan (1).

$$M_{kk} = \frac{m_{kb} - m_{kk}}{m_{kk}} \times 100\% \quad (1)$$

Dengan :

M_{kk} : kadar air kakao kering (%)

m_{KB} : massa kakao basah (kg)

m_{KK} : massa kakao kering (kg)

2.3 Analisa Energi Panas Pengeringan

A. Kebutuhan energi panas pengeringan kakao

$$Q_t = Q_k + Q_f + Q_g \quad (2)$$

Dengan :

Q_t : Total energi pengeringan kakao (kJ)

Q_k : Energi pemanasan kakao (kJ)

Q_f : Energi pemanasan air kakao (kJ)

Q_g : Energi penguapan air kakao (kJ)

B. Energi panas yang dibutuhkan untuk memanaskan kakao

$$Q_k = m_{kb} \times C_{pk} (T_{in} - T_a) \quad (3)$$

Dengan :

C_{pk} : Panas spesifik kakao (kJ/kg.°C)

m_{kb} : Massa kakao basah (kg)

T_{in} : Temperatur udara masuk ruang pengering (°C)

T_a : Temperatur awal kakao (°C)

C. Energi panas yang dibutuhkan untuk memanaskan air kakao

$$Q_f = m_f \times C_{pf} (T_{in} - T_a) \quad (4)$$

Dengan :

C_{pf} : Panas spesifik air (kJ/kg.°C)

D. Energi penguapan air kakao

$$Q_g = m_g \times h_{fg} \quad (5)$$

Dengan :

h_{fg} : Panas laten penguapan air (kJ/kg)

m_g : Massa air kakao (kg)

E. Energi panas dikandung udara

Untuk mengetahui energi panas yang dikandung udara selama proses pengeringan, digunakan persamaan (6).

$$Q_a = m_{dot} \times C_{pa} (T_{in} - T_{out}) \quad (6)$$

Sedangkan laju aliran massa udara yang dibutuhkan digunakan persamaan (7).

$$M_{dot} = A \cdot V \cdot \rho \quad (7)$$

Dengan :

Q_a : Jumlah energi pemanasan udara (kJ)

C_{pa} : Panas spesifik udara (kJ/kg °C)

m_{dot} : Laju aliran massa udara (kg/s)

V : Laju aliran udara (m/s)

ρ : Densitas udara (kg/m³)

A : Luas penampang cerobong (m²)

T_{in} : Temperatur udara melewati kakao (°C)

T_{out} : Temperatur udara pengering (°C)

F. Efisiensi alat pengering kakao (η_p)

Efisiensi alat pengeringan (η_p) adalah perbandingan antara total energi yang dibutuhkan untuk menurunkan kadar air kakao sampai 7,5 % terhadap energi panas yang dikandung udara.

$$\eta_p = \frac{Q_t}{Q_a} \times 100\% \quad (8)$$

Dengan :

η_p : Efisiensi pengering (%)

Q_t : Energi panas pengering kakao (kJ)

Q_a : Energi panas dikandung udara (kJ)

III. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia. Dengan membuat alat pengering kakao tipe *tray dryer* 4 (empat) rak dengan mengalirkan udara panas secara zik-zak..

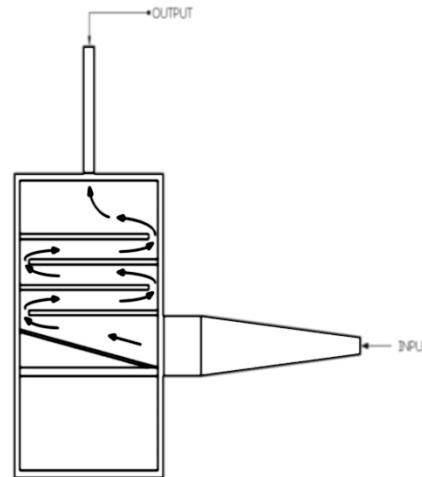
3.1 Peralatan Penelitian.

Skema instalasi alat pengering diperlihatkan pada Gambar 1. Alat tersebut dilengkapi termokopel yang dilengkapi selektor digital yang dipasang pada papan *recorder*, *grain moisture meter*, timbangan digital, kontrol temperatur, anemometer, komponen pemanas, dan *blower*.

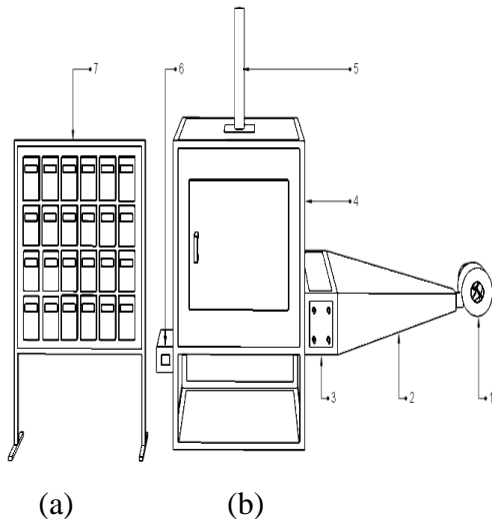
Langkah-langkah penelitian adalah sebagai berikut.

1. Mengatur temperatur udara panas masuk ruang pengering menggunakan temperatur kontroler menunjukkan 60 °C dan dijaga tetap konstan..
2. Mengukur kadar air awal kakao menggunakan *grain moisture meter*.
3. Menyiapkan kakao yang akan dikeringkan dengan massa 8 kg, dengan massa masing-masing rak diisi 2 kg.
4. Mengukur temperatur udara sebelum masuk kedalam ruang pengering (temperatur lingkungan), temperatur udara panas, temperatur udara masuk dan keluar rak 1, rak 2, rak 3 dan rak 4, temperatur bola kering dan bola basah (T_{wb} dan T_{db}) sebelum dan melewati rak 1, rak 2, rak 3 dan rak 4 serta temperatur udara keluar cerobong. Pengukuran temperatur tersebut dilakukan secara simultam dengan merekam data-data panel kontrol temperatur lihat Gambar 1(a)

5. Mengukur kecepatan udara keluar cerobong dengan *Anemometer Benetech GM8902*
6. Pengukuran temperatur dan laju aliran udara dilakukan sebanyak 3 kali setiap 15 menit hingga kadar air yang diinginkan sesuai dengan standar SNI-01-2323-2008.
7. Pengukuran massa dan kadar air kakao dilakukan setiap 15 menit hingga mencapai kadar air 7,5 % menggunakan *grain moisture meter*.
8. Ulangi langkah nomor 3 dan selanjutnya nomor 4 hingga 8 dengan temperatur udara 65 °C dan 70 °C.
9. Apabila data pengukuran sudah cukup dan baik, maka pengukuran dihentikan serta semua alat ukur dan alat pendukung juga dimatikan.



Gambar 2. Skema lintasan aliran udara alat pengering tipe *tray dryer*

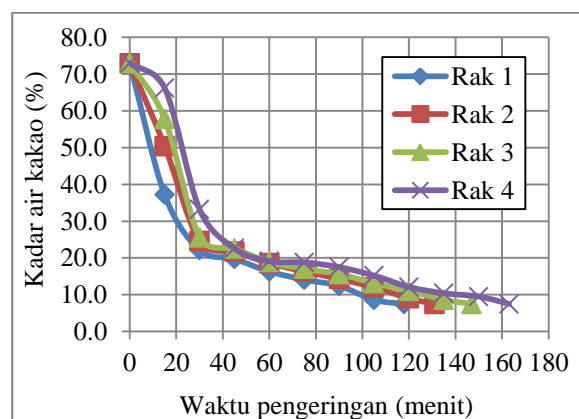


Gambar 1. Skema alat pengering kakao tipe tray dryer (a) papan kontrol temperatur dan (b) ruang pengering

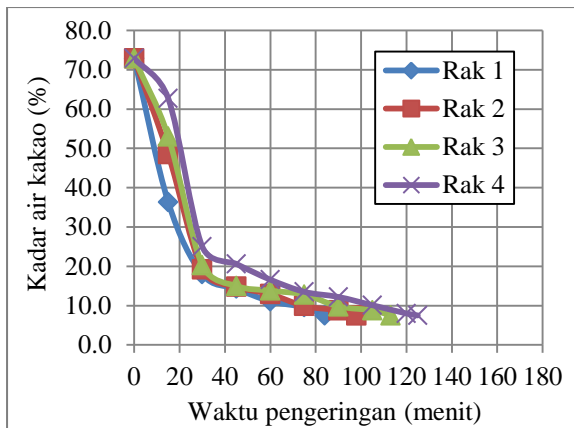
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengaruh temperatur pengering terhadap penurunan kadar air kakao

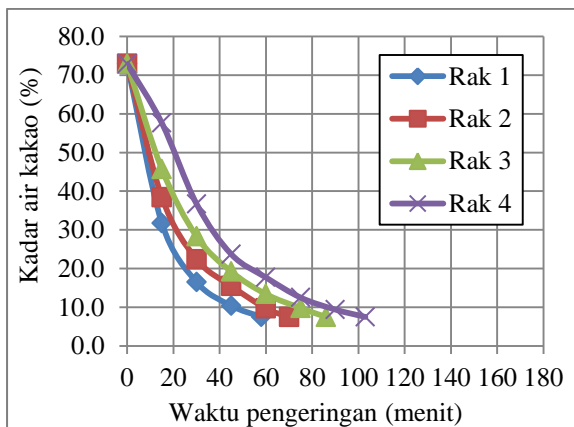
Temperatur pengeringan sangat berpengaruh terhadap penurunan kadar air kakao. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 3, 4, dan 5, dimana semakin tinggi temperatur udara pengering yang digunakan, maka waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan kadar air kakao selama proses pengeringan semakin cepat.



Gambar 3 Kurva penurunan kadar air kakao terhadap waktu pengeringan pada temperatur 60°C



Gambar 4. Kurva penurunan kadar air kakao terhadap waktu pengeringan pada temperatur 65°C



Gambar 5. Kurva penurunan kadar air kakao terhadap waktu pengeringan pada temperatur 70°C

Waktu pengeringan paling lama yaitu 163 menit hingga kadar air kakao mencapai 7,5% pada temperatur 60°C seperti pada Gambar 3, kemudian pada temperatur 65°C waktu pengeringan selama 125 menit seperti pada Gambar 4, sedangkan pada temperatur 70°C waktu pengeringan paling cepat yaitu 103 menit seperti pada Gambar 5. Hal ini disebabkan oleh jumlah energi panas yang dibutuhkan untuk menguapkan air yang terkandung di dalam kakao pada temperatur tinggi lebih besar sehingga penguapan air kakao lebih cepat.

Penurunan kadar air yang sangat signifikan terjadi pada rak 1 kemudian disusul oleh rak berikutnya, hal ini terjadi karena rak 1 dimana kakao menerima energi

panas yang lebih besar dibandingkan kakao pada rak 2, 3 dan 4. Sedangkan kakao yang pada rak 2 dan seterusnya hanya menerima energi panas yang dilepas oleh kakao pada rak 1. Hal tersebut terjadi untuk semua perlakuan. Pola penurunan kadar air kakao berbentuk eksponensial dan yang sangat mencolok terjadi pada awal pengeringan (0-30 menit), kemudian turun perlahan-lahan hingga kadar air mencapai 7,5 %.

4.2. Kebutuhan energi selama proses pengeringan

Proses pengeringan kakao menggunakan alat pengering tipe tray dryer membutuhkan energi pemanasan kakao, energi pemanasan air kakao, energi penguapan air kakao, dan energi yang terkandung didalam udara panas. Data hasil perhitungan kebutuhan energi pengeringan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Kebutuhan energi panas pengeringan kakao

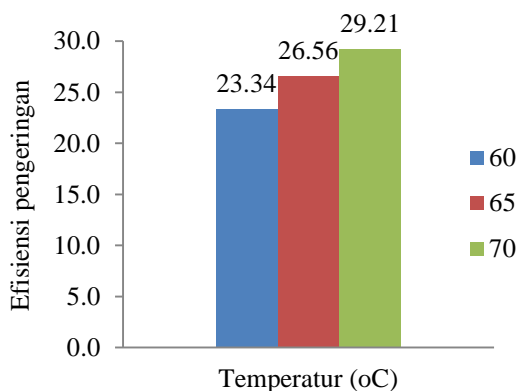
| T (°C) | Q _k (kJ) | Q _r (kJ) | Q _g (kJ) | Q _t (kJ) | Q _a (kJ) |
|--------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 60 | 534 | 48844 | 12593 | 13862 | 59374 |
| 65 | 623 | 51408 | 12534 | 14014 | 52755 |
| 70 | 712 | 52755 | 12437 | 14129 | 48359 |

4.3. Efisiensi pengeringan

Efisiensi pengeringan merupakan perbandingan antara jumlah energi panas yang dibutuhkan untuk menguapkan air dalam bahan dengan jumlah energi panas yang tersedia selama proses pengeringan terjadi. Efisiensi pengeringan dihitung dengan menggunakan persamaan (8). Hasil perhitungan efisiensi pengeringan pada variasi temperatur dengan laju aliran udara tetap dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Efisiensi pengeringan kakao

| m (kg/s) | Q _t (kJ) | Q _a (kJ) | η _p (%) | V (m/s) |
|----------|---------------------|---------------------|--------------------|---------|
| 60 | 13862 | 59374 | 23.34 | 6,37 |
| 65 | 14014 | 52755 | 26.56 | |
| 70 | 14129 | 48359 | 29.21 | |



Gambar 6 Diagram batang efisiensi pengeringan kakao

.Proses pengeringan dengan variasi temperatur udara panas dan laju aliran udara tetap, nilai efisiensi maksimum terjadi pada temperatur 70°C yaitu sebesar 29,21%, temperatur 65°C sebesar 26,56%, dan pada temperatur 60°C sebesar 23,34%. Hal ini terjadi karena waktu yang digunakan untuk mengeringkan kakao pada temperatur udara rendah lebih lama dibandingkan dengan temperatur udara yang lebih tinggi.

Ucapan terima kasih kepada.

Ketua Jurusan Prodi Sarjana Teknik Mesin yang telah memberikan izin melakukan penelitian dan penggunaan alat dan peralatan laboratorium, serta segenap kepala laboratorium dan asisten dengan segala bantuan, pengertian, serta sifat kekeluargaan selama ini.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

- Efisiensi pengeringan maksimum dengan variasi temperatur terjadi pada temperatur 70°C yaitu sebesar 29,21%, kemudian pada temperatur 65°C sebesar 26,56%, dan efisiensi minimum terjadi pada temperatur 60°C yaitu sebesar 23.34%.
- Waktu optimal yang dibutuhkan untuk menurunkan kadar air sebesar 7,5 % dengan temperatur udara panas masuk

masing-masing pada temperatur 60°C waktu pengeringan sebesar 163 menit pada, temperatur 65°C mencapai 125 menit dan pada temperatur 70°C waktu pengeringan 103 menit

5.2. Saran

Untuk peneliti selanjutnya disarankan menggunakan alat akuisisi data serta dikembangkan menjadi model *fluidized column drying*.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional Indonesia (BSNI). 2008. *Standarisasi biji kakao*. Standar Nasional Indonesia. Jakarta.
- .Zainuddin, Jufrizal, & Eswanto. (2016). Pemilihan kapasitas dan temperatur udara alat penukar kalor shell helical coil multi tube untuk kebutuhan pengering gabah tipe rotari dengan memanfaatkan thermal gas buang mesin diesel. Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Medan.
- Syawaluddin, Hasan Basri, Eri Diniardi, M. Al-Haramain, Anwar Ilmar Ramadhan. (2017). Analisa desain mesin pengering ampas tahu dengan memanfaatkan panas gas buang dari boiler. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Nurdeana Cahyaningrum, Anisa Safitri, Mahargono Kobasih, Mohammad Fajri, & Tri Marwati. (2019). Kajian pengering biji kakao hasil panen akhir musim di gunung kidul Yogyakarta. Balai pengkajian teknologi pertanian Yogyakarta, Fakultas pertanian, Universitas Jendral Soedirman Purwokerto
- Winarno, F.G. (1992). Kimia pangan dan gizi. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta