



Penerapan Perpindahan Panas pada Proses Pengeringan Cengkeh di Desa Galendowo Jombang

Mochammad Afrizal Fariz (Mahasiswa), Ir. Supardi, M.Sc. (Dosen Pembimbing)

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia

email: mochammadafrizalfariz@gmail.com

ABSTRAK

Proses pengeringan cengkeh (*Syzygium aromaticum*) menggunakan alat berupa tray dryer. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah suhu yang akan dilakukan pada pengujian yaitu 60 °C dengan kecepatan pengeringan 4 m/s dan 5 m/s serta menggunakan dua macam tray yaitu tray datar dan tray berlubang. Cengkeh dalam proses pengeringan dilakukan penimbangan massa setiap 1 jam sekali hingga kadar air dalam cengkeh berkisar antara 8 hingga 10%. Sebelum memulai penelitian, dilakukan perhitungan awal untuk direalisasikan dalam pembuatan alat pengering (oven). Setelah itu, alat yang telah dibuat diuji agar dapat mendistribusikan panas dari blower melalui pipa penyalur panas. Pengambilan data dilakukan dengan cara mengukur kadar air sebelum dan sesudah dilakukan proses pengeringan. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat diperoleh hasil pengeringan dengan laju penurunan kadar air cengkeh terbesar yaitu 17,13% dengan kadar air sebesar 8,04% yang dilakukan dalam waktu pengeringan selama 4 jam serta menggunakan variabel kecepatan udara 4 m/s dengan tray berlubang. Dari hal tersebut, dapat diartikan bahwa pengeringan dengan tray dryer lebih cepat dibandingkan dengan pengeringan dengan cara tradisional menggunakan sinar matahari yang memerlukan waktu pengeringan selama 9 hari.

kata kunci: pengeringan, cengkeh, *tray dryer*

PENDAHULUAN

Perkembangan dalam dunia pertanian dewasa ini sangat pesat. Dimana, pertanian merupakan bagian dari ilmu pengetahuan dan teknologi yang tengah berkembang seiring dengan kemajuan jaman. Dari hal tersebut, manusia membutuhkan suatu inovasi yang dapat memudahkan pekerjaan dan memiliki efisiensi tinggi dalam penggunaan energi di

berbagai bidang pertanian, serta diringkas dalam bentuk yang menarik.

Wahyudi (2016), Menyebutkan bahwa industri rokok kretek merupakan pengguna terbesar dari komoditas cengkeh, sedang sisanya dipergunakan untuk penggunaan lainnya. Oleh karena itu, permintaan akan cengkeh sangat ditentukan oleh perkembangan jumlah produksi rokok. Sedangkan dalam penerapannya, cengkeh

masih banyak dikeringkan secara tradisional, yaitu dikeringkan menggunakan pemansana cahaya matahari secara langsung.

Beberapa hal yang dihadapi oleh proses pengeringan secara tradisional adalah hujan, malam hari atau cuaca mendung serta kebersihan kurang terjamin. Dengan perkembangan ilmu dan teknologi, manusia telah mencoba alternatif pengganti metode pengeringan tradisional dengan alat pengering yang bertujuan mencapai kualitas dan kuantitas bahan yang dikeringkan. Pada proses pengeringan ini menerapkan proses perpindahan panas dengan media udara panas.

Pada penelitian ini akan membahas mengenai penerapan proses perpindahan panas dalam proses pengeringan cengkeh yang menggunakan alat berupa *tray dryer*. Dengan adanya penelitian ini, kita dapat mengetahui perbedaan yang dapat dilihat dalam proses pengeringan cengkeh, mengetahui kadar air yang menguap selama proses pengeringan dalam cengkeh, mengetahui pengaruh kecepatan aliran udara terhadap kecepatan pengeringan cengkeh, menghasilkan produk cengkeh kering yang layak dan terbebas dari polusi udara, serta dapat meningkatkan produktifitas cengkeh yang dikeringkan.

PROSEDUR PENELITIAN

Proses Pembuatan Alat Tray Dryer

Pembuatan alat dilakukan dengan melihat data/hasil dari analisa yang akan diperoleh seperti: material ruang pengeringan, desain pipa penyalur panas, lubang masuk, dan keluar udara panas. Setelah alat selesai dibuat, akan dilakukan uji kerja alat untuk membuktikan apakah alat

dapat memberikan hasil yang diinginkan dengan cara memanaskan bagian pipa penyalur udara di ruang pemanas, dengan demikian udara yang dialirkan dalam pipa akan mengalami proses pemanasan, sehingga terdapat aliran udara panas di dalam ruang pengering yang dihisap oleh *fan exhaust* dan jika hasil alat yang telah dibuat tidak dapat mengalirkan udara panas sesuai yang diinginkan, maka akan kembali ke langkah sebelumnya yaitu perancangan alat. Apabila alat yang telah dibuat dapat mengalirkan udara panas, maka akan dilanjutkan ke langkah selanjutnya yaitu pengambilan data.

Proses Pengeringan

Sebelum dilakukan proses pengeringan cengkeh pada alat *tray dryer*, dilakukan penimbangan cengkeh basah menggunakan neraca digital. Cengkeh basah yang telah ditimbang menggunakan neraca digital selanjutnya akan dikeringkan dalam alat pengering berupa *tray dryer*. Dimana di dalam alat tersebut akan terjadi proses perpindahan panas serta terjadi penguapan air dari dalam cengkeh. Dari hal tersebut, akan diperoleh cengkeh kering dengan kadar air yang sesuai dengan standar cengkeh kering Indonesia menurut SNI 01-3392-1994 yaitu maksimal 14%.

Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan cara melakukan penimbangan massa cengkeh yang sudah dikeringkan untuk mengetahui kadar air yang berkurang dan menentukan prosentase pengurangan kadar air selama 2 jam, mengamati perubahan warna dan tekstur cengkeh yang dikeringkan, serta

mendokumentasikan perubahan warna cengkeh setiap jam.

Analisa Data

Analisa data dilakukan dengan cara menganalisis data yang telah didapat. Untuk menentukan suhu dan waktu yang sesuai dalam proses pengeringan cengkeh, digunakan parameter sesuai syarat mutu cengkeh, diantaranya yaitu :

1. Warna cengkeh setelah pengeringan
2. Kandungan air pada cengkeh setelah pengeringan
3. Tekstur cengkeh setelah pengeringan

Apabila dari parameter tersebut tercapai, maka suhu dan waktu dalam proses pengeringan yang sesuai dapat diperoleh serta akan dilakukan analisis data. Sedangkan, apabila dari parameter tersebut belum tercapai, maka dilakukan penimbangan massa cengkeh basah yang baru dan dilanjutkan proses pengeringan kembali.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dan pembahasan diuraikan menjadi 3 variabel kecepatan udara dengan penimbangan massa cengkeh setiap jam. Pengeringan dihentikan ketika kadar air dalam cengkeh telah mencapai 8% hingga 10% dan berwarna merah kecoklatan. Adapun variabel yang digunakan yaitu:

1. Variabel tetap:
 - a. Cengkeh yang digunakan berasal dari Desa Galengdowo, Kabupaten Jombang
 - b. Kadar air cengkeh yaitu sebesar 76,58%
 - c. Suhu pengeringan yaitu 60 °C

2. Variabel berubah:
 - a. Kecepatan udara 4 m/s dan 5 m/s
 - b. Penggunaan dua macam *tray* *Tray* datar dan *tray* berlubang

Pengujian pada Variabel Kecepatan Udara 4 m/s dengan Tray Datar

Dari hasil pengujian dengan kecepatan udara 4 m/s menggunakan alat *tray dryer* diperoleh data laju penurunan kadar air dalam penimbangan massa cengkeh setiap 1 jam sekali. Hasil dari proses pengeringan ini terlihat bahwa terdapat perubahan warna dari cengkeh yang semula berwarna kuning kemerahan dan merah, menjadi merah kecoklatan, seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 1 Perbedaan Warna Cengkeh Sebelum dan Sesudah Dikeringkan Selama 5 Jam dengan Kecepatan Udara 4 m/s dan *Tray* Datar

Pada proses pengeringan dengan variabel kecepatan udara pengering 4 m/s, diperoleh juga data hasil pengurangan massa cengkeh dan kadar air yang terkandung dalam cengkeh. Hasil tersebut dapat dilihat pada table berikut.

Tabel 1 Pengerinan Cengkeh dengan Kecepatan Udara 4 m/s dan Tray Datar

Massa Basah (gr)	Massa Kering (gr)	Kadar Air	Lama Pengerinan
220	220	76,58%	0 Jam
	194,50	64,86%	1 Jam
	153,90	46,21%	2 Jam
	119,70	30,49%	3 Jam
	92,22	17,86%	4 Jam
	74,96	9,93%	5 Jam

Dari hasil pengerinan, terjadi pengurangan massa cengkeh untuk setiap jam dalam proses pengerinan yang cukup stabil, hal tersebut berarti di ruang pengerinan udara panas dapat terdistribusi secara merata. Untuk mencapai kadar air cengkeh 8% hingga 10% dengan variabel tersebut diperlukan waktu pengerinan yaitu selama 5 jam. Dimana kadar air yang terkandung dalam cengkeh setelah 5 jam proses pengerinan yaitu sebesar 9,93%.

Laju penurunan kadar air dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

Kadar air awal cengkeh : 76,58%
 Kadar air cengkeh 5 jam pengerinan : 9,93%
 Waktu pengerinan : 5 jam

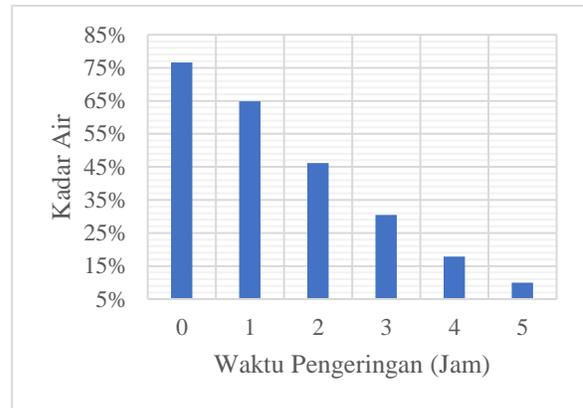
Kadar air awal – Kadar air 5 jam pengerinan

$$\begin{aligned}
 & \frac{\text{Waktu pengerinan}}{76,58\% - 9,93\%} \\
 & = \frac{5 \text{ jam}}{66,65\%} = 13,33\%/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan tersebut diketahui bahwa setiap jam proses

pengerinan pada kecepatan udara 4 m/s dengan tray datar selama 5 jam, laju penurunan kadar air yaitu sebesar 13,33% per jam.

Dari data pengerinan cengkeh pada tabel 1, dapat diolah menjadi grafik pengerinan cengkeh sebagaimana dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 Grafik Pengerinan Cengkeh dengan Kecepatan Udara 4 m/s dan Tray Datar

Pengujian pada Variabel Kecepatan Udara 5 m/s dengan Tray Datar

Dari hasil pengujian dengan kecepatan udara 5 m/s menggunakan alat tray dryer diperoleh data laju penurunan kadar air dalam penimbangan massa cengkeh setiap 1 jam sekali. Hasil dari proses pengerinan ini terlihat bahwa terdapat perubahan warna dari cengkeh yang semula berwarna kuning kemerahan dan merah, menjadi merah kecoklatan, seperti yang terlihat pada gambar 3.



Gambar 3 Perbedaan Warna Cengkeh Sebelum dan Sesudah Dikeringkan Selama 5 Jam dengan Kecepatan Udara 5 m/s dan Tray Datar

Pada proses pengeringan dengan variabel kecepatan udara pengering 5 m/s, diperoleh juga data hasil pengurangan massa cengkeh dan kadar air yang terkandung dalam cengkeh. Hasil tersebut dapat dilihat pada table di bawah ini.

Tabel 2 Pengeringan Cengkeh dengan Kecepatan Udara 5 m/s dan Tray Datar

Massa Basah (gr)	Massa Kering (gr)	Kadar Air	Lama Pengeringan
220	220	76,58%	0 Jam
	191,50	63,63%	1 Jam
	150,55	45,01%	2 Jam
	113,78	28,30%	3 Jam
	85,13	15,28%	4 Jam
	69,32	8,09%	5 Jam

Dari hasil pengeringan, terjadi pengurangan massa cengkeh untuk setiap jam dalam proses pengeringan yang cukup stabil, hal tersebut berarti di ruang pengering udara panas dapat terdistribusi secara merata. Untuk mencapai kadar air cengkeh 8% hingga 10% dengan variabel tersebut diperlukan waktu pengeringan yaitu selama 5 jam. Dimana kadar air yang terkandung

dalam cengkeh setelah 5 jam proses pengeringan yaitu sebesar 8,09%.

Laju penurunan kadar air dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

Kadar air awal cengkeh : 76,58%

Kadar air cengkeh 5 jam pengeringa : 8,09%

Waktu pengeringan : 5 jam

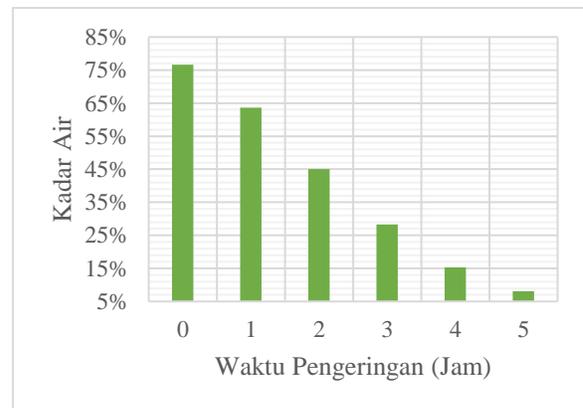
Kadar air awal – Kadar air 5 jam pengeringan

$$= \frac{76,58\% - 8,09\%}{5 \text{ jam}}$$

$$= \frac{68,49\%}{5 \text{ jam}} = 13,70\%/jam$$

Dari hasil perhitungan tersebut diketahui bahwa setiap jam proses pengeringan pada kecepatan udara 5 m/s dengan tray datar selama 5 jam, laju penurunan kadar air yaitu sebesar 13,70% per jam.

Dari data pengeringan cengkeh pada tabel 2, dapat diolah menjadi grafik pengeringan cengkeh sebagaimana dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4 Grafik Pengeringan Cengkeh dengan Kecepatan Udara 5 m/s dan Tray Datar

Pengujian pada Variabel Kecepatan Udara 4 m/s dengan Tray Berlubang

Dari hasil pengujian dengan kecepatan udara 4 m/s menggunakan alat *tray dryer* diperoleh data laju penurunan kadar air dalam penimbangan massa cengkeh setiap 1 jam sekali. Hasil dari proses pengeringan ini terlihat bahwa terdapat perubahan warna dari cengkeh yang semula berwarna kuning kemerahan dan merah, menjadi merah kecoklatan, seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 5 Perbedaan Warna Cengkeh Sebelum dan Sesudah Dikeringkan Selama 4 Jam dengan Kecepatan Udara 4 m/s dan *Tray* Berlubang

Pada proses pengeringan dengan variabel kecepatan udara pengering 4 m/s, diperoleh juga data hasil pengurangan massa cengkeh dan kadar air yang terkandung dalam cengkeh. Hasil tersebut dapat dilihat pada table berikut.

Tabel 3 Pengeringan Cengkeh dengan Kecepatan Udara 4 m/s dan *Tray* Berlubang

Massa Basah (gr)	Massa Kering (gr)	Kadar Air	Lama Pengeringan
220	220	76,58%	0 Jam
	163,36	50,83%	1 Jam
	124,42	33,13%	2 Jam
	94,24	19,42%	3 Jam
	73,13	9,82%	4 Jam

Dari hasil pengeringan, terjadi pengurangan massa cengkeh untuk setiap jam dalam proses pengeringan yang cukup stabil, hal tersebut berarti di ruang pengering udara panas dapat terdistribusi secara merata. Untuk mencapai kadar air cengkeh 8% hingga 10% dengan variabel tersebut diperlukan waktu pengeringan yaitu selama 4 jam. Dimana kadar air yang terkandung dalam cengkeh setelah 4 jam proses pengeringan yaitu sebesar 9,82%.

Laju penurunan kadar air dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

Kadar air awal cengkeh : 76,58%

Kadar air cengkeh 4 jam pengeringan : 9,82%

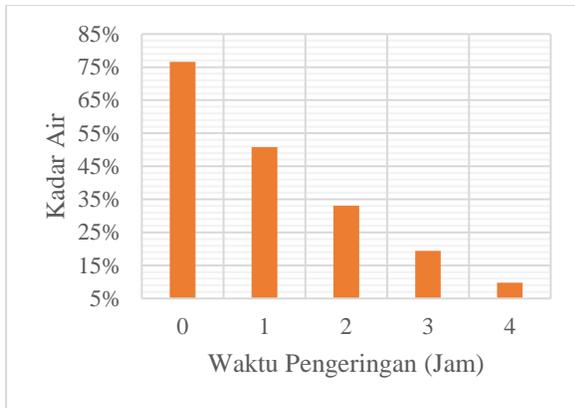
Waktu pengeringan : 4 jam

Kadar air awal – Kadar air 4 jam pengeringan

$$= \frac{76,58\% - 9,82\%}{4 \text{ jam}} = \frac{66,76\%}{4 \text{ jam}} = 16,69\%/\text{jam}$$

Dari hasil perhitungan tersebut diketahui bahwa setiap jam proses pengeringan pada kecepatan udara 4 m/s dengan *tray* berlubang selama 4 jam, laju penurunan kadar air yaitu sebesar 16,69% per jam.

Dari data pengeringan cengkeh pada tabel 3, dapat diolah menjadi grafik pengeringan cengkeh sebagaimana dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6 Grafik Pengeringan Cengkeh dengan Kecepatan Udara 4 m/s dan Tray Berlubang

Pengujian pada Variabel Kecepatan Udara 5 m/s dengan Tray Berlubang

Dari hasil pengujian dengan kecepatan udara 5 m/s menggunakan alat *tray dryer* diperoleh data laju penurunan kadar air dalam penimbangan massa cengkeh setiap 1 jam sekali. Hasil dari proses pengeringan ini terlihat bahwa terdapat perubahan warna dari cengkeh yang semula berwarna kuning kemerahan dan merah, menjadi merah kecoklatan, seperti yang terlihat pada gambar berikut ini.



Gambar 7 Perbedaan Warna Cengkeh Sebelum dan Sesudah Dikeringkan Selama 4 Jam dengan Kecepatan Udara 5 m/s dan Tray Berlubang

Pada proses pengeringan dengan variabel kecepatan udara pengering 5 m/s, diperoleh juga data hasil pengurangan massa cengkeh dan kadar air yang terkandung dalam cengkeh. Hasil tersebut dapat dilihat pada table di bawah ini.

Tabel 4 Pengeringan Cengkeh dengan Kecepatan Udara 5 m/s dan Tray Berlubang

Massa Basah (gr)	Massa Kering (gr)	Kadar Air	Lama Pengeringan
220		76,58%	0 Jam
	161,04	49,78%	1 Jam
	119,78	31,03%	2 Jam
	88,76	16,93%	3 Jam
	69,22	8,04%	4 Jam

Dari hasil pengeringan, diketahui bahwa terjadi pengurangan massa cengkeh untuk setiap jam dalam proses pengeringan yang cukup stabil, hal tersebut berarti di ruang pengering udara panas dapat terdistribusi secara merata. Untuk mencapai kadar air cengkeh 8% hingga 10% dengan variabel tersebut diperlukan waktu pengeringan yaitu selama 4 jam. Dimana kadar air yang terkandung dalam cengkeh setelah 4 jam proses pengeringan yaitu sebesar 8,04%.

Laju penurunan kadar air dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

Kadar air awal cengkeh : 76,58%

Kadar air cengkeh 4 jam pengeringan : 8,04%

Waktu pengeringan : 4 jam

$$\frac{\text{Kadar air awal} - \text{Kadar air 4 jam pengeringan}}{\text{Waktu pengeringan}}$$

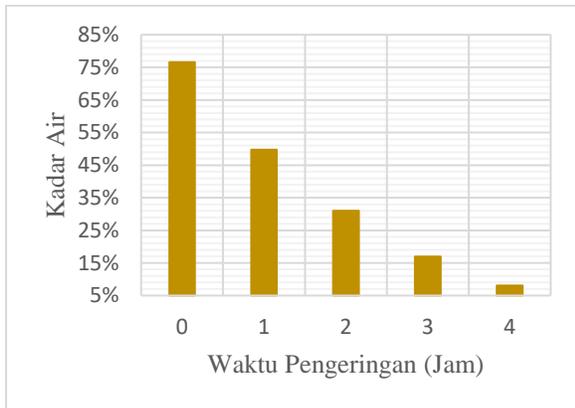
$$= \frac{76,58\% - 8,04\%}{4 \text{ jam}}$$

$$= \frac{68,54\%}{4 \text{ jam}} = 17,13\%/jam$$

Dari hasil perhitungan tersebut diketahui bahwa setiap jam proses

pengeringan pada kecepatan udara 5 m/s dengan tray berlubang selama 4 jam, laju penurunan kadar air yaitu sebesar 17,13% per jam.

Dari data pengeringan cengkeh pada tabel 4, dapat diolah menjadi grafik pengeringan cengkeh sebagaimana dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8 Grafik Pengeringan Cengkeh dengan Kecepatan Udara 5 m/s dan Tray Berlubang

Pengujian pada Pengeringan secara Tradisional

Dari proses pengeringan cengkeh secara tradisional yang dilakukan selama 9 jam dalam setiap 1 harinya, terlihat bahwa terdapat penurunan massa cengkeh ketika ditimbang. Hasil dari proses pengeringan ini, terdapat perubahan warna dari cengkeh yang semula berwarna kuning kemerahan dan merah, menjadi merah kecoklatan.

Pada proses pengeringan secara tradisioanal diperoleh juga data hasil pengurangan massa cengkeh dan kadar air yang terkandung dalam cengkeh. Hasil tersebut dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5 Pengeringan Cengkeh secara Tradisional

Massa Basah (gr)	Massa Kering (gr)	Kadar Air	Lama Pengeringan
220	220	76,58%	0 Hari
	197,14	66,19%	1 Hari
	175,64	56,42%	2 Hari
	155,64	47,33%	3 Hari
	138,12	39,36%	4 Hari
	121,22	31,68%	5 Hari
	106,49	24,98%	6 Hari
	93,03	18,87%	7 Hari
	81,43	13,59%	8 Hari
	72,14	9,37%	9 Hari

Pengurangan massa cengkeh untuk setiap hari dalam proses pengeringan selama 9 jam perhari. Untuk mencapai kadar air cengkeh 8% hingga 10% dengan variabel tersebut diperlukan waktu pengeringan yaitu selama 9 hari. Dimana kadar air yang terkandung dalam cengkeh setelah 9 hari proses pengeringan yaitu sebesar 9,37%.

Laju penurunan kadar air dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

Kadar air awal cengkeh : 76,58%

Kadar air cengkeh 4 jam pengeringan : 9,37%

Waktu pengeringan : 9 Hari

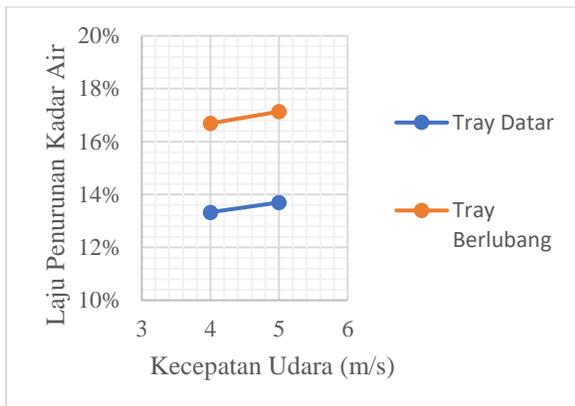
Kadar air awal – Kadar air 4 jam pengeringan

$$\begin{aligned}
 & \frac{\text{Waktu pengeringan}}{\text{Waktu pengeringan}} \\
 & = \frac{76,58\% - 9,37\%}{9 \text{ Hari}} \\
 & = \frac{67,21\%}{9 \text{ Hari}} = 7,47\%/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan tersebut diketahui bahwa setiap hari proses pengeringan secara tradisional selama 9 hari, laju penurunan kadar air yaitu sebesar 7,47% per hari.

Laju Penurunan Kadar Air

Dari hasil perhitungan laju penurunan kadar air cengkeh untuk setiap variabel, dapat dilihat bahwa laju penurunan kadar air berbanding lurus dengan kecepatan udara. Hal tersebut menunjukkan jika semakin besar kecepatan udara yang digunakan dalam proses pengeringan, maka semakin besar laju penurunan kadar air tersebut serta semakin cepat waktu pengeringan cengkeh. Dari data hasil perhitungan laju penurunan kadar air tersebut dapat diubah menjadi grafik laju penurunan kadar air terhadap kecepatan udara yang digunakan dalam proses pengeringan, sebagaimana yang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 5 Grafik Laju Penurunan Kadar Air terhadap Kecepatan Udara

Kecepatan udara berpengaruh terhadap proses pengeringan secara mekanik. Dimana kecepatan udara berpengaruh pada kecepatan difusi aliran panas ke dalam molekul cengkeh, sehingga suhu di dalam

cengkeh menjadi meningkat. Hasil dari peningkatan suhu di dalam cengkeh menyebabkan bertambahnya tekanan uap air dalam cengkeh, sehingga air yang terkandung dalam cengkeh dapat keluar dengan mudah ke permukaan bahan dan uap air yang keluar dari cengkeh akan terbawa oleh aliran udara keluar melalui *fan exhaust*. Dari hal tersebut, menunjukkan shasil berupa penurunan kadar air di dalam cengkeh.

KESIMPULAN DAN SARAN

Perbedaan dalam proses pengeringan cengkeh menggunakan *tray dryer* membutuhkan waktu yang relatif cepat yaitu berkisar antara 4-5 jam, terjaga kebersihan produknya dari polusi udara secara langsung, serta tidak membutuhkan lahan yang luas. Dimana jika semakin besar kecepatan aliran udara yang digunakan dalam proses pengeringan, maka semakin cepat penurunan kadar air serta waktu yang dibutuhkan lebih cepat. Laju penurunan kadar air paling besar pada proses pengeringan cengkeh yaitu dengan menggunakan kecepatan udara 7 m/s sebesar 16,83% per jam.

Saran untuk kedepannya adalah perlu adanya pengujian lebih lanjut dengan menggunakan variable suhu pengeringan yang berbeda, serta perlu adanya pengujian mengenai pembuangan gas hasil sisa proses pengeringan.

PENGHARGAAN

Penghargaan setinggi-tingginya dipersembahkan kepada Bapak Ir. Supardi, M.Sc, atas segala bimbingan dan ilmu yang telah diberikan, serta terima kasih kepada rekan-rekan dari program studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17

Agustus 1945 Surabaya, atas bantuan dalam penyelesaian penelitian ini.

REFERENSI

- Ambarita, H. 2011. Perpindahan Panas Konveksi dan Pengantar Alat Penukar Kalor. Medan : Departemen Teknik Mesin FT USU.
- Danarti, Sri, N. 2003. Budi Daya dan Penanganan Pascapanen. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Geankoplis, C. J. 1993. *Transport Processes and Unit Operations Third Edition*. New Jersey : Prentice-Hall International Inc.
- Muarif. 2013. Rancang Bangun Alat Pengereng. Palembang : Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Mufarida, N. A. 2016. Perpindahan Panas dan Massa pada *Spray Dryer*. Jember : CV Pustaka Abadi.
- Nuraini, S. 2014. Pengetahuan Masyarakat Tentang Pencegahan Hipertensi pada Usia Muda di Wilayah Kerja Puskesmas Dusun Karang Desa Karang Kecamatan Balong. Karya Tulis Ilmiah. Program Studi Keperawatan Fakultas Ilmu Kesehatan.
- Nurdjannah, N. 2007. Diversifikasi Penggunaan Cengkeh. *Perspektif*. 3 (2) : 61-70.
- Supu, I., Baso U., Selviani B., Sunarmi. 2016. Pengaruh Suhu terhadap Perpindahan Panas pada Material yang Berbeda. *Jurnal Dinamika*. 7 (1) : 62-73.
- Suwarto, Octavianty, Y., Hermawati, S. 2014. Top 15 Tanaman Perkebunan. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Taib, U. 2008. Operasi Pengerengan pada Pengolahan Hasil Pertanian. Yogyakarta : Balai Pertanian Yogyakarta.
- Thomas, A.N.S. 2007. Tanaman Obat Tradisional. Yogyakarta : Kanisus.
- Wahyudi, A. 2016. Strategi Stabilisasi Kinerja Pasar Cengkeh Nasional. *Perspektif*. 15 (1) : 73-85.
- Yultrisna, Angraini, T., Gani, O.T. 2017. Rancang Bangun Alat Pengereng Cengkeh dengan Sistem Peringatan Suara. *Elektron Jurnal Ilmiah*. 9 (2) : 5-12.