

MEMPELAJARI KARAKTERISTIK ALAT PENGERING BUATAN UNTUK PROSESSING BUAH PANILI

Sumardi H.S.* , S. Rakhmadiono* dan T.A Sinawang**

Abstrak

Pengolahan panili pada prinsipnya ada 4 tahap, yaitu : pelayuan, *sweating*, pengeringan dan pemeraman. Dari ke 4 tahap tersebut yang menjadi hambatan bagi petani adalah tahap *sweating* dan pengeringan, sedang tahap yang paling dominan berpengaruh terhadap mutu panili adalah tahap pengeringan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik dan efisiensi alat pengering buah panili.

Penelitian ini menggunakan perhitungan dengan bahan panili sebanyak 200 kg berkadar air 88.73% dan mengalami tahap *sweating* dengan suhu 40°C setiap 5 jam/hari selama 6 hari sampai berkadar air 83.4 % . Kemudian dikeringkan dengan suhu 50°C setiap 5 jam/hari selama 6 hari sampai kadar air 30%.

Kebutuhan konsumsi bahan bakar sebesar 0.5 kg/jam sehingga total energi panas yang dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar (LHV) sebesar 1,506,122.80 kJ. Energi tersebut sebagian digunakan untuk proses pemanasan ruang pengering sebesar 332,927.41 kJ. Energi pemanasan tersebut dipergunakan untuk proses pengeringan bahan sebesar 256,855.06 kJ, maka efisiensi total pemanasan dari alat pengering panili buatan tersebut sebesar 22.10% dan efisiensi pengeringan sebesar 17.05%.

STUDY OF THE CHARACTERISTIC OF ARTIFICIAL DRYER FOR VANILLA PROCESSING

Abstract

Vanilla processing has four main steps: withering, sweating, drying and aging. Quite often, sweating and drying become obstacle to farmers; while the most affecting step to vanilla quality is drying. The aim of this research is to find out the characteristic and efficiency of vanilla dryer.

Basic computation in this research is using 2000 kgs vanilla 88.73% moisture content and being sweated at 40°C every 5 hour each day for 6 days to reach 83.4% moisture content. After that it is dried at 50°C every 5 hour/day for 6 days to reach 30%.

Fuel consumption is as much as 0.5 kg/h so the total heat energy yielded by fuel combustion (LHV) is 1,506,122.80 kJ. The energy is used to heat the drying room as much as 332,927.41 kJ. The heating energy is used for material drying as much as 256,855.06 kJ, thus the total energy efficiency of the artificial dryer for vanilla processing is 22.10% and drying efficiency is 17.05%.

PENDAHULUAN

Pengolahan panili pada prinsipnya ada 4 tahap, yaitu : pelayuan, *sweating*, pengeringan dan pemeraman (*conditioning*). Dari keempat tahap tersebut yang menjadi hambatan bagi petani adalah tahap *sweating* dan pengeringan, sedang tahap yang paling dominan yang berpengaruh terhadap mutu panili adalah tahap pengeringan. Hal ini dikarenakan tahap

pengeringan yang dilakukan oleh petani masih menggunakan cara tradisional dan apabila tahap pengeringan jatuh pada musim penghujan maka pengeringan secara tradisional akan menghasilkan mutu panili yang jelek, karena proses pengeringannya tergantung pada panas sinar matahari.

Proses pengeringan secara tradisional sering tidak menguntungkan karena karena

* Staf Pengajar Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya

** Alumni Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya

Karakteristik Alat Pengering Buatan (Sumardi)

seungguhnya tergantung pada cuaca, ketergantungan pada cuaca ini banyak mendatangkan kelemahan-kelemahan yaitu : a) pengeringan berlangsung apabila intensitas sinar matahari cukup, b) pengeringan berlangsung tidak tetap karena panas matahari tidak konstan, c) sering terjadi perubahan-perubahan suhu yang tidak diinginkan (Setijahartini, 1980). Sedang pengeringan dengan pengering buatan mempunyai beberapa kelebihan dibanding secara tradisional, yaitu dapat mempercepat waktu pengeringan, mengurangi kehilangan dan didapatkan hasil kering yang lebih baik.

Perancangan alat pengering panili mempunyai maksud untuk mengembangkan rancang bangun dalam diversifikasi peralatan dalam bidang pasca panen dan agar dapat digunakan untuk mengeringkan panili dengan perlakuan suhu dan kelembaban yang dapat dikontrol, karena panili memerlukan suhu pengering yang konstan guna memperoleh hasil pengolahan yang bermutu lebih baik (Rahmadiono dan Argo, 1985).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik dan efisiensi alat pengering buah panili.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan adalah : a) termometer, b) termokopel, c) stopwatch, d) termometer bola basah dan bola kering, e) timbangan, f) alat pengering panili buatan, g) penggaris dan jangka sorong, h) peralatan distilasi.

Bahan yang dipergunakan adalah panili dengan kadar air awal 88.9%.

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Proses Hasil Pertanian Jurusan Teknik Pertanian FTP Universitas Brawijaya Malang. Waktu penelitian adalah 6 bulan.

Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini diawali dengan mengadakan perencanaan pembuatan alat pengering panili, berdasarkan kebutuhan secara khusus untuk mengeringkan buah panili.

Berdasarkan perencanaan tersebut maka dibuat alat pengering panili, dan kemudian dilanjutkan dengan mengadakan uji karakteristiknya.

Pada pelaksanaan uji karakteristik, maka dilakukan : a) pengukuran kadar air bahan, b) penempatan peralatan pendukung penelitian, c) pelayanan, d) *sweating*, e) pengeringan dan f) pengamatan.

Uji Karakteristik

a. Analisa Kadar Air Bahan

Analisa kadar air bahan menggunakan metode Bidwell Sterling dengan cara :

1. Memasukkan bahan secukupnya dalam labu ukur 500 ml sehingga menghasilkan $\pm 2-4$ ml air dan menambahkan ± 200 ml toluen, kemudian memasang labu distilasi dan pendingin balik.
2. Memanaskan labu distilasi perlahan-lahan sampai toluen mendidih dan diatur sampai kecepatan penyulingan ± 2 tetes per detik sampai air dalam bahan tersuling dipercepat sampai 4 tetes per detik
3. Melanjutkan distilasi sampai semua air menguap ± 1 jam dan membaca volume air serta menghitung kadar air dari berat contoh semula.

b. Penempatan Peralatan Pendukung Penelitian

1. Menempatkan termometer pada ruang pengering dan pada ruang pembakaran
2. Menempatkan termokopel pada bagian-bagian yang dianggap mewakili terjadinya perpindahan panas secara konduksi, radiasi dan konveksi alami.

c. Pelayanan

Sebelum melakukan *sweating* panili dilayukan dengan mencelupkan pada air hangat yang bersuhu 65°C selama 95 detik, kemudian diperam selama 12 jam dengan jalan membungkus panili hangat yang telah ditiriskan dengan kain dan dimasukkan ke dalam kotak *sweating*.

d. *Sweating*

Panili yang telah dilayukan diatur di atas rak yang beralaskan kain, kemudian ditutup kain pula. Dimasukkan dalam alat pengering dengan suhu 40°C selama 5 jam/hari selama 6 hari berturut-turut. Setiap habis melakukan *sweating* panili digulung dengan kain dan dimasukkan ke dalam kotak, besoknya baru dilakukan *sweating* kembali.

e. Pengeringan

Panili diatur di atas rak yang beralaskan kain tanpa ditutup, dimasukkan ke dalam alat pengering dengan perlakuan suhu konstan sebesar 50°C selama 5 jam/hari. Setiap selesai melakukan pengeringan, panili digulung bersama-sama dengan kainnya dan dimasukkan ke dalam kotak. Akhir pengeringan dicapai setelah panili berkadar air $\pm 30\%$, hal ini ditentukan dengan cara menimbang buah panili tersebut.

f. Pengamatan

1. Pengamatan sebelum percobaan
 - kadar air panili awal
 - berat panili awal
2. Selama tahapan *sweating*
 - rata-rata suhu pengeringan setiap jam
 - rata-rata bola basah dan bola kering setiap jam
 - suhu panili setiap jam
3. Selama pengeringan
 - suhu pengeringan setiap jam
 - berat panili setiap 24 jam dan proses dihentikan apabila kadar air panili telah mencapai 30%
 - warna panili
4. Setelah pemeraman
 - kadar air panili kering
 - warna panili

Asumsi-asumsi yang dipergunakan adalah:

1. Kadar air panili setelah dimasukkan dalam air panas dianggap seragam.
2. Kadar air panili setelah proses *sweating* dan pengeringan dianggap seragam.
3. Kondisi udara lingkungan dan suhu pada titik yang diamati dianggap seragam.
4. Pipa besi dan plat-plat besi yang digunakan dianggap terbuat dari bahan yang

homogen, demikian juga dengan dinding dari playwood juga dianggap seragam.

5. Perpindahan panas pada bagian kerangka alat pengering diabaikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembakaran

Bahan bakar yang dipergunakan oleh alat pengering panili UNIBRAW adalah minyak tanah (kerosene), dengan menggunakan alat pembakar (burner). Nilai pembakaran dari minyak tanah bila pembakarannya sempurna mempunyai nilai pembakaran tertinggi sebesar 46,073.219 kJ/kg dan terendah 43,032.077 kJ/kg (Henderson dan Perry. 1976).

Alat pengering panili buatan Mekanisasi Pertanian membutuhkan bahan bakar untuk pengeringan pada suhu konstan 50°C sebesar 0.50 kg/jam, sedang tahap persiapan mulai pembakaran sampai mencapai suhu 50°C memerlukan bahan bakar 1.728,57 kg dalam sekali proses pengeringan. Nilai konsumsi bahan bakar untuk tahap persiapan besarnya tergantung dari pengalaman operator dalam mempersiapkan awal pembakaran, karena pada tahap persiapan ada kemungkinan bahan bakar akan terbuang percuma yaitu untuk pengumpanan bahan bakar awal untuk memulai pembakaran (Tabel 1).

Pengeringan panili untuk menurunkan kadar air bahan dari 83.9 % (basis basah) menjadi 30% (basis basah) membutuhkan waktu sebesar 70 jam dengan konsumsi bahan bakar sebesar 35 kg untuk periode pengeringan suhu konstan selama 5 jam/hari, sehingga akan menghasilkan nilai pembakaran rendah (Low Heat Value) sebesar 1,506,122.695 kJ, yang tergantung dari kesempurnaan saat pembakaran.

Tabel 1.

Penampilan alat pengering panili setelah suhu mencapai konstan

**Karakteristik Alat Pengering Buatan
(Sumardi)**

Penampilan Alat	Keadaan
1. jml bahan panili (kg)	200
2. kadar air awal (%bb)	88.73
3. kadar air akhir (% bb)	30.00
4. suhu udara lingkungan (°C)	26.10
5. suhu tungku (°C)	119.00
6. lama pengeringan (jam)	70
7. jml air yg. Diuapkan (kg H ₂ O)	107.80
8. laju pengeringan (kg H ₂ O/jam)	1.54
9. jml. konsumsi bahan bakar (kg)	35
10. laju kons. bahan bakar (kg/jam)	0.50
11. nilai panas bahan bakar (kJ/kg)	48,032.08
12. besar energi bahan bakar (kJ)	1,506,122.80
13. Energi untuk memanaskan ruang pengering (kJ)	332,927.41
14. Energi untuk menguapkan kadar panili sampai 30% (kJ)	256,855.06
15. Efisiensi pemanasan (%)	22.10
16. Efisiensi pengeringan (%)	17.05

Energi yang Terakumulasi pada Alat Pengering

Besar energi panas yang terakumulasi pada alat pengering dapat dilihat pada Tabel 2, dimana energi yang dihasilkan cukup besar karena bahan dari pipa-pipa penyalur panas terbuat dari besi yang mempunyai sifat sebagai konduktor dengan koefisien konduktivitas panas sebesar 63.3025 W/mK pada suhu 100°C (Pitts dan Sissom, 1987).

Proses pengeringan berlangsung selama 5 jam/hari dalam waktu 14 hari, atau total 70 jam. Besar energi panas yang terakumulasi dalam waktu 70 jam sebesar 636,294.53 kJ.

*Tabel 2.
Panas yang terakumulasi pada bagian alat pengering*

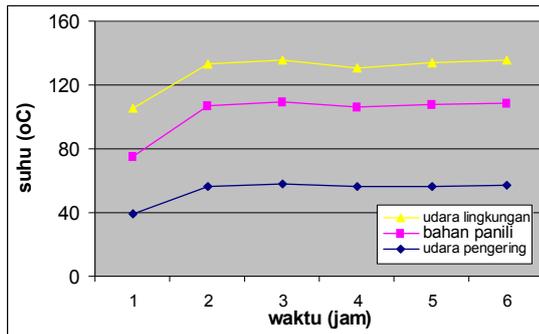
Panas yang ditimbulkan oleh bagian-bagian	Besar panas yg ditimbulkan (kJ)
1. silinder tungku (q1) radiasi tungku	76,565.16 80,471.90
2. penghubung tungku (q2) dinding 1 dinding 2 dinding 3	2,261.68 2,261.68 614.38
3. atap tungku (q3) radiasi atap tungku	415.29 305.17
4. pipa A (2 buah) (q4) radiasi pipa A (2 buah)	26,142.48 16,028.28
5. pipa B (2 buah) (q5) Radiasi pipa B (2 buah)	24,953.04 20,906.44
6. pipa C (2 buah) radiasi pipa C (2 buah)	37,668.96 31,708.12
7. pipa E (4 buah) radiasi pipa E (4 buah)	27,377.28 26,632.95
8. pipa F (2 buah) radiasi pipa F (2 buah)	64,273.61 35,363.68
9. Pipa G (16 buah) radiasi pipa G (16 buah)	57,193.44 22,738.98
10. Pipa H (1 buah) radiasi pipa H (1 buah)	20,692.77 12,224.15
11. Pipa J (1 buah) radiasi pipa J (1 buah)	29,467.71 20,027.38
Total energi panas terakumulasi	636,294.53

*Tabel 3.
Energi panas terakumulasi yang dimanfaatkan untuk proses pengeringan panili*

Bagian ² yang memanfaatkan	Besar energi panas yg diserap (kJ)
1. menguapkan kadar air panili	256,855.06
2. menaikkan suhu panili	3,617.74
Total energi yg dimanfaatkan	260,472.80

Karakteristik perubahan suhu pada ruang pengering dan bahan, apabila suhu ruang plenum besarnya konstan maka suhu ruang pengering I besarnya juga konstan. Bila suhu

ruang plenum meningkat terus setiap waktu maka ruang pengering I juga akan meningkat terus, sebanding dengan waktu (Gambar 1). Hal ini dikarenakan suhu ruang plenum merupakan suhu ruang pembakaran minyak tanah dan panas yang dihasilkan dan akan disalurkan ke ruang pengering, sehingga apabila suhu ruang plenum naik maka suhu ruang pengering juga naik.



Gambar 1. Sebaran Suhu Udara Pada Ruang Pengering dan Bahan

Meningkatnya ruang suhu plenum diakibatkan karena meningkatnya konsumsi bahan bakar setiap waktunya, sehingga energi panas hasil pembakaran tidak meningkat. Sebab yang lain adalah naiknya suhu udara lingkungan yang akan mempengaruhi alat pengering panili yaitu energi yang dikeluarkan oleh dinding-dinding pengering akan kecil sehingga mengakibatkan energi panas hasil pembakaran akan mengumpul pada bagian yang dalam dari alat pengering.

Energi yang Hilang pada Alat pengering

Energi yang hilang merupakan energi panas yang tidak dimanfaatkan untuk proses pengeringan. Energi panas tersebut sebenarnya tidak hilang, melainkan hanya dipindahkan ke udara lingkungan dari alat pengering.

Tabel 4 dan 5 menunjukkan besar kehilangan panas yang terjadi pada alat pengering. Kehilangan panas yang terjadi pada dinding 1 sampai 4 cukup besar, masing-masing sebesar 10,783.41 kJ. Hal ini dikarenakan dinding-dinding tersebut terletak pada bagian bawah dari alat pengering dekat dengan tungku pembakaran. Dimana tungku pembakaran akan mengeluarkan energi panas yang besar (bagian silinder tungku) yaitu sebesar 76,565.16 kJ,

sehingga kehilangan panas pada dinding 1 sampai 4 akan besar.

Tabel 4.
Energi Panas Terakumulasi yang Hilang Pada Alat Pengering

No	Kehilangan energi pada bagian	Besar energi yg hilang (kJ)
1.	Dinding 1 (q14)	10,783.41
2.	Dinding 2 (q15)	10,783.41
3.	Dinding 3 (q16)	10,783.41
4.	Dinding 4 (q17)	10,783.41
5.	Dinding 5 (q18)	9,545.76
6.	Dinding 6 (q19)	9,545.76
7.	Dinding 7 (q20)	9,545.76
8.	Dinding 8 (q21)	9,545.76
9.	Dinding 9 (q22)	4,581.36
10.	Dinding 10 (q23)	117,811.32
11.	Dinding 11 (q24)	258,010.73
Total energi yg hilang		375,821.73

Dinding-dinding alat pengering tersebut terbuat dari 3 lapisan bahan terdiri dari plywood setebal 0.003 m dengan nilai konduktivitas panas bahan sebesar 0.12 W/m °K kemudian serutan kayu setebal 0.029 m dengan nilai konduktivitas panas bahan sebesar 0.05883 W/m °K (Earle, 1969) dan yang terakhir adalah plywood dengan ketebalan yang sama. Dinding pengering dengan susunan 3 lapis tersebut dimaksudkan berfungsi sebagai isolator, agar kehilangan panas yang terjadi kecil.

Kehilangan panas pada dinding 10 juga besar, hal ini karena dinding 10 hanya terbuat dari bahan plywood satu lapisan, sehingga sifat yang diinginkan sebagai insulator akan berkurang.

Kehilangan panas pada cerobong pengeluaran juga besar, hal ini karena adanya perbedaan suhu antara sisa pembakaran pada cerobong dengan suhu udara lingkungan, sehingga laju pengeluaran sisa pembakaran akan besar. Penyebab lain adalah karena cerobong pengeluaran tidak dilengkapi dengan alat pengontrol aliran udara sisa pembakaran, sehingga laju pengeluaran sisa pembakaran

Karakteristik Alat Pengering Buatan
(Sumardi)

akan besar. Laju pengeluaran sisa pembakaran ini dapat diperkecil yaitu dengan jalan : 1) mengecilkan debit aliran udara untuk konsumsi pembakaran dalam tungku dengan mengecilkan lubang masukan udara pada penghubung tungku dan 2) mengecilkan lubang pengeluaran pada cerobong misalkan dengan menambahkan tutup pengontrol laju pengeluaran pada cerobong.

Besar laju aliran sisa pembakaran dapat dilihat pada Tabel 5, dimana energi panas yang hilang pada cerobong sebesar 842,949.95 kJ dalam waktu 70 jam.

Tabel 5.
Panas Yang Hilang Dari Hasil Pembakaran Pada Alat Pengering Panili

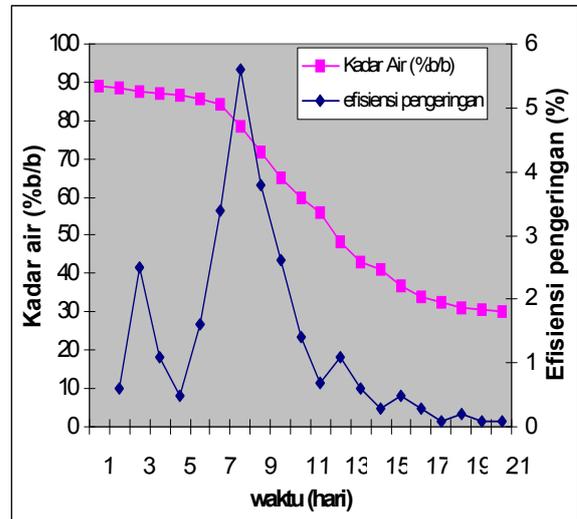
No	Panas yg. hilang pd. bagian-bagian	Besar kehilangan panas (kJ)
1	Pipa L (q12)	12,887.28
2	Dasar tungku (q13)	13,056.12
3	Penghubung dinding 4	934.92
4	Cerobong	842,949.95
	Total panas yang hilang	869,828.27

Cerobong pembuangan dengan diameter 0.056 m dan panjang 1.75 m dibuat dengan maksud untuk mengeluarkan sisa-sisa pembakaran agar tidak berpengaruh terhadap mutu hasil pengeringan panili. Karena panili hasil pengeringan dengan mutu yang baik harus terbebas dari bau-bau sisa pembakaran dan kadar aroma vanilinya yang harus tinggi.

Energi Yang Dimanfaatkan Untuk Proses Pengeringan

Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa kecepatan pengeringan berlangsung dalam 2 periode kecepatan, yaitu periode kecepatan pengeringan konstan yang berlangsung pada hari ke 6 (awal dimulai proses pengeringan) sampai pada hari ke 15 dan selanjutnya diikuti dengan periode kecepatan menurun. Apabila dikaitkan dengan kurva penurunan kadar air bahan, maka diketahui bahwa kecepatan pengeringan konstan terjadi pada saat kadar air panili mencapai 83% basis basah. Hal ini sesuai dengan pendapat Brooker *et al.* (1974) kecepatan pengeringan periode konstan terjadi pada awal

pengeringan untuk bahan hasil pertanian yang mengandung kadar air di atas 70% basis basah.



Gambar 2. Hubungan antara Waktu Pengeringan dengan Penurunan Kadar Air Panili dan Efisiensi Pengeringan

Apabila suhu terlalu tinggi akan mengakibatkan *case hardening* yaitu kering di bagian permukaan luar, tetapi bagian dalam masih banyak mengandung air, oleh karena itu pada saat pemeraman air yang terdapat di bagian dalam akan mengadakan keseimbangan tekanan uap dengan bagian permukaan bahan dan lingkungannya.

Pada Tabel 1 dapat diketahui bahwa pada pengeringan dengan udara panas yang bersuhu 50°C selama 70 jam didapatkan efisiensi pemanasan sebesar 22.10% dan efisiensi pengeringan sebesar 17.05% dimana nilai tersebut merupakan nilai efisiensi alat pada saat suhu pengering telah mencapai konstan, dengan konsumsi bahan bakar sebesar 0.50 kg/jam. Sedang pada tabel 6 akan didapatkan nilai efisiensi pemanasan sebesar 15.683% dan efisiensi pengeringan sebesar 12.0% yang merupakan nilai efisiensi alat dari mulai persiapan pengeringan sampai diakhirinya proses pengeringan.

Tabel 6.
Penampilan Alat Pengering Panili Tahap Persiapan Sampai Akhir Pengeringan.

No	Penampilan alat	Keadaan
----	-----------------	---------

1	Rata-rata konsumsi bahan bakar tahap persiapan (kg)	1.72857
2	Rata-rata konsumsi bahan bakar pada suhu konstan (kg)	0.50
3	Rata-rata konsumsi bahan bakar dari persiapan sampai akhir pengeringan (kg/jam)	0.70476
4	Lama pengeringan (jam)	70
5	Jml konsumsi bahan bakar total (kg)	49.333
6	Nilai panas bahan bakar (kJ/kg)	43,032.08
7	Besar energi bahan bakar (kJ)	2,122,915.22 9
8	Energi untuk memanaskan ruang pengering (kJ)	332,927.41
9	Energi untuk menguapkan kadar air bahan (kJ)	256,855.06
10	Efisiensi pemanasan (%)	15,683
11	Efisiensi pengeringan (%)	12,099

Dari Tabel 6 juga akan diketahui bahwa konsumsi bahan bakar yang dipergunakan untuk tahap persiapan pengeringan cukup besar, yaitu 1.72857 kg. Konsumsi bahan bakar tersebut untuk persiapan, merupakan kehilangan bahan bakar yang cukup besar dimana bila akan terbakar akan menghasilkan energi sebesar 74,383.96 kJ untuk sekali operasi, apabila beroperasi selama 14 hari akan kehilangan panas sebesar 1,041,375.47 kJ. Kehilangan panas atau kehilangan bahan bakar sebesar nilai di atas disebabkan karena pada tahap persiapan diperlukan untuk pembakaran awal dan kemungkinan lain adalah belum sempurnanya hasil hasil pembakaran bahan bakar. Besar kehilangan bahan bakar pada saat permulaan pembakaran juga dipengaruhi ketrampilan operator dan kebersihan alat pembakar (*burner*).

Pada Gambar 2 juga menunjuk kan grafik hubungan antara waktu pengeringan dengan penurunan kadar air bahan dan efisiensi pengeringan. Dari grafik tersebut dapat diketahui bahwa dengan semakin bertambahnya waktu pengeringan akan mengakibatkan terjadinya penurunan kadar air bahan, dengan menurunnya kandungan air bahan mengakibatkan efisiensi pengeringan juga akan

menurun. Hal ini dapat dijelaskan bahwa proses pengeringan akan mengakibatkan kandungan uap air suatu bahan akan menguap sehingga kadar air bahan makin lama makin berkurang. Dengan berkurangnya kandungan air bahan maka energi panas yang diperlukan atau dimanfaatkan oleh bahan akan kecil, dan banyak energi panas hasil pembakaran yang terbuang. Dengan semakin kecilnya energi panas yang dipergunakan untuk pengeringan maka efisiensi pengeringan juga akan mengecil.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Bahan panili dengan kadar air awal 88.73 % (bb) setelah mengalami tahap *sweating* kadar airnya menjadi 83.9% (bb) dan dikeringkan dengan alat pengering buatan kadar airnya menjadi 30% (bb) memerlukan waktu pengeringan selama 70 jam. Laju pengeringan yang terjadi sebesar 22.10% dan efisiensi pengeringan sebesar 17.05%.
2. Besar energi yang diperlukan untuk memanaskan ruang pengering sehingga menghasilkan laju penguapan sebesar 1.54 kg H₂O/jam adalah 332,927.41 kJ sedang energi yang diperlukan untuk menguapkan kadar air panili hingga 30% sebesar 256,855.06 kJ.
3. Total energi panas yang dimanfaatkan dari hasil pembakaran minyak tanah sebesar 260,472.80 kJ, sedang energi panas yang hilang pada alat pengering sebesar 1,245,650.00 kJ dimana kehilangan panas yang terbesar terjadi pada cerobong pembuangan yaitu sebesar 842,949.95 kJ yang hampir 55,968 % merupakan total energi panas yang dihasilkan oleh pembakaran minyak tanah selama 70 jam yang besarnya 1,506,122.80 kJ.
4. Proses pengeringan panili dari tahap persiapan sampai proses pengeringan berakhir akan memerlukan konsumsi bahan bakar sebesar 0.70476 kg/jam, dengan menghasilkan nilai pembakaran sebesar 2,122,915.229 kJ akan didapatkan nilai efisiensi pemanasan sebesar 15.683 % dan efisiensi pengeringan sebesar 12.099 %.
5. Efisiensi pemanasan dan efisiensi pengeringan dari tahap persiapan

Karakteristik Alat Pengering Buatan (Sumardi)

pembakaran sampai akhir pengeringan tergantung pada keahlian operator dalam mempersiapkan dan menggunakan bahan bakar dan alat pembakar sehingga didapatkan nilai pembakaran yang sempurna dan bahan bakar tidak banyak terbuang percuma.

Saran

1. Perlu diadakan beberapa modifikasi pada ruang pengeringan sehingga didapatkan suhu pengeringan yang konstan sebesar 50°C dengan simpangan suhu yang sangat kecil, sehingga pengeringan berjalan pada suhu konstan.
2. Dengan adanya alat pengering panili baru ini perlu adanya penelitian mengenai berbagai pengaruh suhu pengeringan terhadap mutu panili sehingga didapatkan karakteristik alat pengering yang lebih mantap.
3. Cerobong pembuangan hendaknya diberi tutup pengontrol laju aliran sisa pembakaran sehingga kehilangan panas pada cerobong pembakaran dapat seefisien mungkin, demikian juga pada lubang pemasukan udara pada tungku diatur sedemikian hingga laju aliran udara seefisien mungkin.
4. Perlu penambahan kawat kasa pada ruang antara plenum dengan ruang pengering

sehingga panili yang dikeringkan tidak terjatuh pada tungku pemanas.

DAFTAR PUSTAKA

- Brennan, J.G. 1969. *Food Engineering Operation*. App.Sci.Pub. Ltd. London
- Brooker, D.W., F.W. Bakker-Arkema and C.w. Hall 1974. *Drying Cereal Grain*. The AVI Pub.Co.Inc. Westport, Connecticut.
- Earle, R.L. 1969. *Satuan Operasi dalam Pengolahan Pangan*. Sastra Hudaya. Jakarta.
- Henderson, S.M. dan R.L Perry.1976. *Agricultural Process Engineering*. The AVI Pub.Co.Inc. Westport. Connecticut.
- Pitts, D.R. and L.E. Sissom. 1987. *Heat Transfer*. Mc. Graw Hill Book, Inc.
- Rakhmadiono, S. dan B.D.Argo. 1985. *Usulan Proyek Penelitian Rancangan Alat dan Simulasi Pengeringan Panili*. Unibraw. Malang
- Setijahartini, S. 1980. *Pengeringan*. Jurusan Teknologi Industri. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor.