

UNJUK KERJA ALAT PENGERING GULA SEMUT DUA BELAS SUSUN MENGUNAKAN BAHAN BAKAR LPG

Susanto Johanes¹, Sukartono, G.², Soeadgihardo S.³

^{1,2,3}Diploma Teknik Mesin Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada

Masuk: 11 Desember 2014, revisi masuk: 12 Januari 2015, diterima: 28 Januari 2015

ABSTRACT

Modified dryer is used as an alternative method for drying the production of coconut sugars (gula semut / gula merah) or coconut crystal sugars for farmers or micro entrepreneurs, especially when production is increased or in the rainy season. This study aims to determine the performance of drier gula semut own design, with LPG fuel. Construction drier consists of a framework to support stainless steel pans as the container of sugars, measuring 78 cm x 74 cm x 4 cm, which is composed of twelve level, with a gap distance of 5 cm. The pans arranged vertically, so that the bottom of the pan gets hot either by radiation, conduction, and convection by the flow of hot air that is exhaled by the blower, while the pans that is above it also will get heat by conduction and convection by hot air which flows through it. The tests of dryers are conducted in two methods: with load and without load. The weather conditions are dry bulb temperature of 30°C and 27°C wet bulb. In the no-loaded testing, to achieve a working temperature of the drying chamber at 60 °C, it takes approximately 40 minutes. While testing with load is drying 8 kg / pan and 10 kg / pan sugars. On this burden, to reduce the water content of about 6% to between 2-3%, required 5.5-7 hours drying time, and required the consumption of fuel (LPG) between 1.15 to 1.35 kg. The rate of the average water content decreased is 0.66% per hour, and the total efficiency of the dryer (η_T) is 23%.

Keywords: *Gula semut, water content, dryer.*

INTISARI

Alat pengering hasil rekayasa digunakan sebagai cara alternatif untuk mengatasi kesulitan pengeringan produksi gula semut (gula kelapa/merah) atau gula kristal bagi para petani atau pengusaha mikro, terutama ketika produksi meningkat atau saat musim hujan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui unjuk kerja alat pengering gula semut rancangan sendiri, dengan bahan bakar LPG. Konstruksi alat pengering terdiri dari kerangka untuk menopang pan-pan *stainless steel* sebagai wadah gula semut, berukuran 78 cm x 74 cm x 4 cm, yang disusun dua belas tingkat, dengan jarak celah 5 cm. Pan-pan disusun secara vertikal, sehingga pan yang paling bawah mendapat panas baik secara radiasi, konduksi, dan konveksi oleh aliran udara panas yang dihembuskan oleh blower, sedangkan pan-pan yang berada di atasnya akan mendapatkan panas secara konduksi dan konveksi oleh udara panas yang mengalir melintasinya. Pengujian alat pengering dilakukan dengan dua cara yaitu tanpa dan dengan beban. Pada saat pengujian, kondisi cuaca bertemperatur bola kering 30°C dan bola basah 27°C. Pada pengujian tanpa beban, untuk mencapai temperatur kerja ruang pengering sebesar 60 °C, diperlukan waktu lebih kurang 40 menit. Sedangkan pengujian dengan beban yaitu mengeringkan 8 kg/pan dan 10 kg/pan gula semut. Pada beban tersebut, untuk menurunkan kadar air dari sekitar 6% menjadi antara 2–3%, diperlukan waktu pengeringan selama 5,5–7 jam, dengan memerlukan konsumsi bahan bakar (LPG) antara 1,15–1,35 kg. Laju penurunan kadar air rata-rata gula semut sebesar 0,66% setiap jam, serta efisiensi total alat pengering (η_T) sebesar 23 %.

Kata kunci: Gula semut, kadar air, alat pengering.

¹s.johanes@ugm.ac.id,

²gregsukartono@ugm.ac.id,

³soeadgihardo@ugm.ac.id

PENDAHULUAN

Gula semut merupakan salah satu komoditi perdagangan yang mempunyai peluang untuk dikembangkan guna meningkatkan penghasilan petani maupun pengusaha mikro serta devisa negara. Kesulitan pengeringan produksi gula semut oleh para petani atau pengusaha mikro sering dialami, terutama ketika musim hujan tiba. Selama ini, satu-satunya proses pengeringan produksi gula semut yang kebanyakan mereka lakukan, adalah dengan penjemuran.

Pemanfaatan nira siwalan/kelapa sebagai bahan pemanis dalam bentuk produk gula merah, dengan kadar air yang relatif tinggi yaitu sekitar 9–11%, mempunyai kendala dalam hal daya simpan yang relatif pendek.

Sampai saat ini, Indonesia masih mengimpor gula pasir, bahkan dari tahun ke tahun kapasitasnya meningkat. Menurut Bulog rata-rata peningkatan konsumsi gula tersebut mendekati 5%, sedang kemampuan produksi dalam negeri hanya 3,58% per tahun, sehingga memberikan peluang bagi pengusaha gula merah untuk memenuhi kekurangan tersebut (Santoso, 1993).

Keunggulan gula merah kristal antara lain mempunyai umur simpan relatif lebih lama, yaitu berkisar antara 5–7 bulan, karena kadar airnya relatif lebih rendah yaitu 2,5–3,0%. Hasil penelitian tentang kristalisasi nira siwalan, diperoleh produk gula siwalan kristal dengan kandungan air 2,85% (Wedowati dan Rahayuningsih, 2006). Selain itu, keunggulan gula merah bentuk kristal yang kecil akan memudahkan penggunaannya. Disamping itu, gula merah kristal dapat dibuat dalam berbagai macam rasa yaitu jahe, temu lawak, kencur dan lainnya, sehingga apabila digunakan untuk minuman, akan memberikan rasa khas yang alami (Soetanto, 1998).

Sumber lain menunjukkan bahwa gula semut memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan gula hasil cetak tempurung kelapa (PDII-LIPI, 2000), diantaranya adalah:

Dapat disimpan dalam waktu kurang lebih dua tahun tanpa mengalami perubahan setelah dikeringkan dan dibungkus rapat; Mudah larut dan

bentuknya menarik; Nilai ekonominya lebih tinggi; Memiliki aroma khas; Bentuknya kering dan tidak lembek.

Gula kristal bersifat higroskopis, sehingga kadar airnya mudah meningkat dengan menyerap uap air dari lingkungan sekitarnya. Untuk melindungi produk gula agar tak lembab serta bebas dari pencemaran lingkungan maka diperlukan pengemas atau pembungkus. Selain itu untuk melindungi produk agar tak mudah bereaksi dengan udara maka diperlukan pengemas hampa udara (Hambali, E., 1990). Salah satu jenis pengemas yang sering digunakan adalah plastik. Penggunaan plastik ini karena sifat-sifatnya yang dipandang menguntungkan, misalnya mudah dibentuk, mempunyai adaptasi yang tinggi terhadap produk, tidak korosif dan mudah dalam penanganannya (Syarief, R., dkk., 1989).

Dengan menggunakan alat pengering gula semut, yang mengaplikasikan proses kerja otomatis pada sistem kontrolnya, berbahan bakar LPG (Liquified Petroleum Gas) yang harganya terjangkau, susunan pan bertingkat, sehingga kompak & praktis, menggunakan udara pemanas multi lintas, kapasitas kecil antara 100-150kg yang disesuaikan kondisi petani dan pengusaha mikro, pelat pemanas bersirip berfungsi untuk mempercepat proses penyerapan kalor oleh udara pemanas, serta pengaturan temperatur udara pemanas sesuai kebutuhan agar tak *over heat*, sebagai pengaman bagi alat dan produk, maka pengguna alat pengering ini diuntungkan secara ekonomis, keamanan terjaga dan kemudahan dalam pengoperasian alatnya.

Dengan sistem tersebut di atas, maka pemanfaatan kalor menjadi optimal. Disamping itu, tak diperlukan lagi tenaga tambahan serta lahan yang cukup luas untuk penjemuran. Higienitas produk juga lebih terjamin, karena terhindar dari pencemaran lingkungan, sebagai akibat kontak langsung yang lama dengan udara bebas, pada saat proses penjemuran.

Atas dasar berbagai alasan di atas, maka pada penelitian ini dibuat prototipe pengering gula semut yang kompak, susunan pan bertingkat, berkapasitas kecil, dengan bahan bakar

LPG, berdampak polusi sangat sedikit, untuk diuji unjuk kerjanya. Perpindahan kalor radiasi oleh plat *stainless steel* dan aluminium yang dipanaskan oleh gas hasil pembakaran bahan bakar LPG dimanfaatkan untuk memanaskan pan-pan, dan dikombinasi dengan kalor konveksi udara yang dipanaskan oleh plat dan sirip-sirip *stainless steel*.

Sementara gula semut yang dipanaskan ditebarkan merata di atas pan-pan, yang selanjutnya pan-pan tersebut disusun sebanyak 12 (dua belas) tingkat. Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari unjuk kerja alat pengering gula semut, kapasitas maksimum 150kg, rancangan sendiri, dengan dua belas tingkat susunan pan-pan, menggunakan bahan bakar LPG. Dengan rancangan ini harapannya adalah dapat memanfaatkan semaksimal mungkin kalor hasil pembakaran bahan bakar LPG.

Alat-alat pengering produk pertanian pada umumnya bertujuan mengurangi kadar air yang terkandung di dalam produk tersebut. Metode pengeringan yang dilakukan ada kalanya berbeda, namun ada yang sama atau hampir sama satu dengan lainnya. Perlakuan-perlakuan khusus seperti misalnya produk-produk yang sensitif terhadap tingginya temperatur pengeringan, dilakukan untuk melindungi produk tersebut agar tak terjadi perubahan sifatnya. Selain itu, ada juga perlakuan khusus lainnya yaitu produk tak boleh kontak langsung dengan logam. Adapun beberapa penelitian tentang alat-alat pengering tersebut, diuraikan sebagaiberikut.

Menurut penelitian Seprianto, D.,dkk.,(2010),pengeringan bunga Rosella, menggunakan rancang bangun mesin pengering ciptaannya, yang kemudian disumbangkan kepada mitranya. Mesin tersebut bekerja menggunakan pemanas listrik dengan daya 440watt, arus 2 Ampere, tegangan 220volt. Hasil pengujian pengeringan bunga Rosella yang dilakukan adalah dengan kecepatan aliran udara 1,2m/det, temperatur pengeringan 55°C, serta lama pengeringan selama 14 jam, menghasilkan kekeringan bunga tersebut secara sempurna.

Penelitian Ruku, S., dkk. (2005), tentang penggunaan alat pengering biji

kakao modifikasi BPTP Sultra. Proses pengeringan menggunakan panas hasil arang kayu yang memanasi biji-biji kakao yang berada di atasnya sebanyak tiga tingkat.

Menurut Fudholi, A. dkk (2009), di dalam reviewnya dikatakan bahwa pengeringan untuk produk pertanian dan kelautan adalah salah satu aplikasi yang paling menarik dan hemat energi dengan menggunakan energi surya. Berbagai jenis pengering surya telah dirancang dan dikembangkan di berbagai belahan dunia. Pada dasarnya ada empat macam alat-alat pengering surya tersebut, yaitu pengering sinar matahari langsung, tak langsung, model gabungan dan tipe hibrid. Pada alat pengering gula semut yang dirancang ini, perpindahan kalor berlangsung secara radiasi dari gas hasil pembakaran gas LPG menuju ke plat *stainless steel*. Kemudian plat *stainless steel* berfungsi sebagai radiator yang memancarkan kalor radiasi ke pan bagian bawah, sehingga gula semut terpanasi secara konduksi oleh pan. Disamping itu, gula semut juga dipanaskan secara konveksi oleh udara panas akibat pemanasan udara tersebut oleh plat dan sirip-sirip *stainless steel*.

Kalor total yang dipergunakan pada proses pengeringan gula semut ini, terdiri dari: 1)kalor yang digunakan untuk memanaskan gula semut dari temperatur atmosfer ke temperatur yang diinginkan, 2)kalor yang digunakan untuk memanaskan kandungan air yang ada dalam gula semut,3)kalor yang digunakan untuk menguapkan (kalor laten) kandungan air yang ada dalam gula semut, 4)kalor yang keluar melalui ventilasi/cerobong gas buang, 5)kebocoran kalor melalui dinding alat pengering gula semut dan kerugian kalor radiasi & terbuang ke udara sekitar.

Adapun untuk menentukan unjuk kerja alat pengering gula kristal tersebut di atas, melalui perhitungan secara bertahap sebagai berikut.

Besarnya kalor total yang digunakan pada proses pengeringan gula semut adalah sebagai berikut :

$$Q_T = Q_D + Q_L \dots\dots\dots (1)$$

dimana
 Q_D = kalor (energi) untuk pemanasan gula

semut basah, (k Joule)

Q_L = kalor (energi) yang hilang, (k Joule).

Kalor untuk pemanasan gula semut basah (Q_D), terdiri dari beberapa komponen energi dan dinyatakan sebagai berikut :

$$Q_D = Q_S + Q_W + Q_{EW} \dots\dots (2)$$

dimana,

Q_S = kalor pemanasan gula semut, (k Joule), Q_W = kalor pemanasan air yang terkandung pada gula semut, (k Joule), Q_{EW} = kalor penguapan air gula semut, (k Joule). Kalor pemanasan gula semut dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$Q_S = W_{sf} c_{ps}(T_d - T) \dots\dots (3)$$

dimana,

W_{sf} = berat gula semut basah setelah produksi, (kg), c_{ps} = panas jenis gula semut, (k Joule/kg.°C), T_d = temperatur gula semut kering, (°C), T_f = temperatur gula semut awal (basah), (°C).

Kalor pemanasan air gula semut dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$Q_W = W_{wf} c_{pw}(T_d - T) \dots\dots (4)$$

Dimana,

W_{wf} = berat kandungan air pada gula semut, (kg), c_{pw} = panas jenis air, (k Joule/kg.°C). Kalor penguapan air gula semut dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$Q_{EW} = \Delta W_w h \dots\dots\dots (5)$$

dimana,

ΔW_w = berat air yang terbang selama pengeringan, (kg), $= W_{wf} - W_{we}$. W_{we} = berat air dalam gula semut saat akhir (setelah pengeringan), (kg), h_{fg} = kalor laten penguapan (k Joule/kg).

Sedangkan kalor (energi) yang hilang (Q_L), diantaranya terdiri dari laju aliran kalor melalui dinding, laju aliran kalor melalui ventilasi, laju aliran kalor hasil pembakaran yang terbang ke lingkungan. Efisiensi total pengeringan gula semut dinyatakan sebagai berikut :

$$Q_L = (Q_{LW} + Q_{LV} + Q_{LA})t$$

$$\eta_T = \frac{Q_D}{Q_B} \dots\dots (6)$$

dimana,

Q_B = kalor hasil pembakaran bahan bakar (k Joule).

Perpindahan kalor pada gula semut yang berada pada pan merupakan gabungan antara konduksi dan konveksi, yang sebagian besar dalam arah berlawanan. Semakin besar kapasitas gula semut (dalam satuan kg) yang dikeringkan, maka ketebalan lapisan perpindahan kalor konduksi semakin besar, sehingga untuk menghasilkan temperatur rata-rata gula semut yang sama besar, diperlukan pengaturan kapasitas bahan bakar yang berbeda. Semakin tebal lapisan gula semut pada pan, akan mengakibatkan laju pengeluaran kandungan uap air yang semakin sulit. Semakin tinggi kecepatan aliran udara pemanas akan mempercepat pengusiran kandungan air dalam gula semut, tetapi kalor yang terbuang semakin besar pula, sehingga perlu diatur kecepatan udara pemanas yang tepat. Untuk memperoleh standar operasi alat pengering gula ini, maka diperlukan pengaturan kapasitas gula semut, pengaturan konsumsi bahan bakar serta lama waktu operasi yang berbeda-beda guna memperoleh gula semut dengan tingkat kekeringan tertentu.

METODE

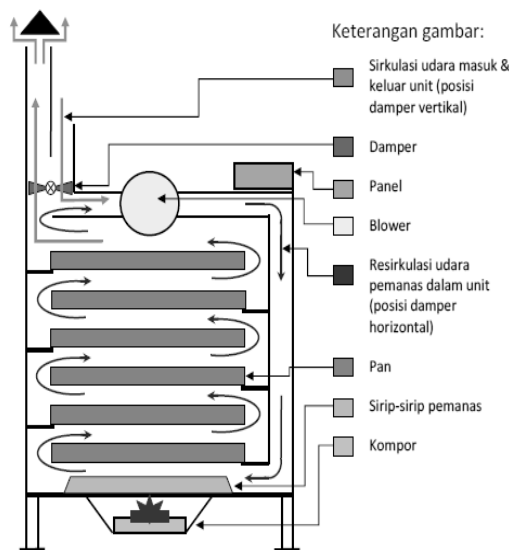
Sebagai bahan yang dikeringkan adalah gula semut yang masih basah, dengan kadar air sekitar 6%, hasil produksi langsung para petani atau produksi sendiri. Alat pengering yang dibuat adalah dengan ukuran pan 78 cm x 74 cm x 4 cm, dan pan tersusun 12 (dua belas) tingkat. Diagram alir proses pengeringan gula semut yang digunakan, ditunjukkan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Proses Pengeringan Gula Semut

Pada Gambar 2 adalah sketsa alat pengering gula semut yang digunakan pada penelitian ini.

Spesifikasi alat pengering yang digunakan pada penelitian ini adalah: Bahan bakar LPG, Kapasitas kecil antara 100– 150kg, Jumlah tingkat 12 pan, Menggunakan udara pemanas satu lintas dan dengan atau tanpa sirkulasi, Pelat pemanas tanpa sirip (dilepas),



Gambar 2. Sketsa Alat Pengering Gula Semut

Proses penelitian dimulai dengan melakukan pengujian alat pengering gula semut tanpa beban dan selanjutnya dengan beban. Pada penelitian dengan pembebanan, variasi yang dilakukan adalah banyaknya gula semut (kg per tingkat). Lama pengeringan gula semut 3–8 jam, hingga dicapai tingkat kekeringan lebih kurang antara 2,5–3,0%. Selanjutnya diukur seberapa besar konsumsi bahan bakar LPG yang digunakannya.

Proses pengeringan dimulai dengan menghidupkan burner dengan setting bukaan *trotel* gas sesuai dengan temperatur pengeringan yang diinginkan yaitu antara 55–60°C.

Besaran-besaran yang diamati pada percobaan ini adalah temperatur pengeringan, temperatur dan tingkat kelembaban udara lingkungan, kandungan air pada gula semut saat awal dan akhir setelah pengeringan, serta konsumsi gas

yang diperlukan. Pengambilan sampel gula semut dilakukan pada waktu sebelum dan setelah pengeringan berlangsung 4; 5; 6; 7 dan 8 jam (tergantung kapasitas), diambil pada tingkat pan posisi bawah; tengah dan atas (A, B dan C). Untuk mengetahui kadar air yang terkandung dalam gula semut, maka setiap sampel gula semut diambil sebanyak 15 gram (sama dengan W_1), selanjutnya dikeringkan menggunakan oven selama satu jam pada temperatur 110°C, hingga beratnya menjadi W_2 , agar kandungan air hilang/kering, untuk kemudian dipakai sebagai dasar perhitungan.

PEMBAHASAN

Pada ujicoba alat tanpa beban menunjukkan bahwa temperatur ruang pengering gula semut sebesar 60°C dicapai selama lebih kurang 40 menit. Pada percobaan perdana ini, kondisi alat tanpa dilengkapi sirip-sirip pemanas, serta tanpa sirkulasi udara pemanas dan menggunakan blower 2" dengan kecepatan penuh (bukaan *damper* penuh).

Pada pengujian alat dengan beban, dilakukan pengeringan gula semut sebanyak dua variasi kapasitas, yaitu 8 kg/pan dan 10kg/pan, atau total berat masing-masing sebesar 96kg dan 120kg.

Data hasil penelitian untuk salah satu variasi kapasitas pengeringan gula semut, yaitu 8 kg/pan, disajikan pada Tabel 1 sampai dengan Tabel 5 berikut ini. Kondisi udara lingkungan saat dilakukan pengambilan data, menunjukkan bahwa temperatur bola kering rerata sebesar 30°C dan temperatur bola basah adalah sebesar 26 °C. Sedangkan data hasil penelitian untuk kapasitas 10 kg/pan, tak ditampilkan pada naskah ini.

Tabel 1. Kadar air pada gula semut awal (sebelum pengeringan), untuk kapasitas pengeringan 8 kg/Pan.

No	W1 (g)	W2 (g)	W1-W2 (g)	Kadar air (%)
A	15	14,13	0,87	6,16
B	15	14,15	0,85	6,01
C	15	14,15	0,85	6,01

Tabel 2. Kadar air pada gula semut setelah pengeringan 4 jam, untuk kapasitas pengeringan 8 kg/Pan.

No	W1 (g)	W2 (g)	W1-W2 (g)	Kadar air (%)
A	15	14,32	0,68	4,75
B	15	14,35	0,65	4,53
C	15	14,33	0,67	4,68

Nilai kandungan air pada gula semut saat awal dan akhir pengeringan, diperoleh dengan cara perhitungan mundur, yaitu setelah sampel gula semut hasil akhir pengeringan dikeringkan kembali menggunakan oven pada temperatur 110 °C selama 60 menit, dan diasumsi sebagai gula semut kering.

Tabel 2. Kadar air pada gula semut setelah pengeringan 5 jam, untuk kapasitas pengeringan 8 kg/Pan.

No	W1 (g)	W2 (g)	W1-W2 (g)	Kadar air (%)
A	15	14,44	0,56	3,88
B	15	14,49	0,51	3,52
C	15	14,45	0,55	3,81

Tabel 2. Kadar air pada gula semut setelah pengeringan 6 jam, untuk kapasitas pengeringan 8 kg/Pan.

No	W1 (g)	W2 (g)	W1-W2 (g)	Kadar air (%)
A	15	14,63	0,37	2,53
B	15	14,60	0,40	2,74
C	15	14,64	0,36	2,46

Tabel 2. Kadar air pada gula semut setelah pengeringan 7 jam, untuk kapasitas pengeringan 8 kg/Pan.

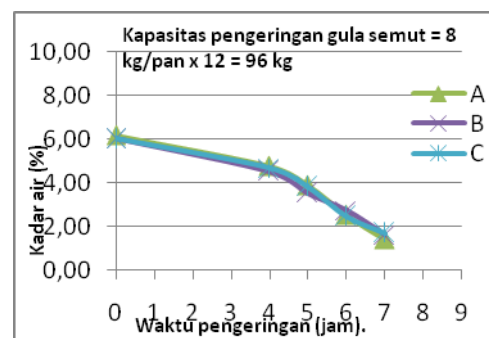
No	W1 (g)	W2 (g)	W1-W2 (g)	Kadar air (%)
A	15	14,79	0,21	1,42
B	15	14,76	0,24	1,63
C	15	14,75	0,25	1,69

Untuk memperoleh tingkat keke-
rangan (kadar air) gula semut tertentu, atau sesuai keinginan pasar (berkisar 1,5%), lama proses pengeringan dilaku-
kan dengan *trial and error*. Dalam hal ini peneliti dibantu oleh orang yang ber-

pengalaman yaitu petani pembuat gula dan pengusaha mikro, dengan cara mengamati atau melakukan penilaian secara fisual terhadap tingkat kekeringan sampel gula semut hasil pengeringan tersebut. Proses ini perlu dilakukan untuk memperoleh standar waktu operasional terhadap alat pengering baru,

Untuk pengeringan gula semut dengan kapasitas 8 kg setiap pan (lo-
yang) atau berat total sebesar 96 kg, diperlukan waktu 7jam serta konsumsi LPG sebesar 1,15kg, menghasilkan gula semut dengan kandungan air rerata 1,58%. Sedangkan untuk pengeringan gula semut dengan kapasitas 10kg setiap pan atau berat totalsebesar 120kg, diperlu-
kan waktu 8jam serta konsumsi LPG sebesar 1,35kg, dan menghasilkan gula semut dengan kandungan air rerata 1,85%.

Grafik perubahan kadar air terkandung pada gula semut, selama proses pengeringan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. kadar air terkandung pada gula semut

Gambar 3, menunjukkan grafik penurunan kadar air pada gula semut selama proses pengeringan. Masing-masing sampel gula semut diambil setiap 15 gram pada posisi A (pan bawah), B (pan tengah) dan C (pan atas), setelah proses pengeringan berlangsung 4 jam pertama, serta kenaikan satu jam berikutnya, sampai proses pengeringan dihentikan. Hasilnya menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan kadar air pada gula semut yang signifikan diantara sampel A, B dan C.

Pada kesempatan ini, Tim peneliti mencoba untuk membuat alat penge-
ring produk pertanian yang berbeda

dengan para peneliti sebelumnya, maka alat pengering dibuat bertingkat, seperti halnya penelitian yang dilakukan oleh (Ruku, S. dkk). Pemasangan beberapa jenis rumpun sirip-sirip pemanas pada alat pengering dengan sirkulasi udara pemanas, merupakan ciri khusus yang akan diuji pada rangkaian panjang tahap-tahap penelitian berkelanjutan ini. Hal ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar peningkatan penyerapan kalor konveksi oleh udara, agar modus perpindahan kalor radiasi berkurang, sehingga pemanasan lebih merata.

Sedangkan sirkulasi udara dilakukan dengan tujuan pemanfaatan kalor semaksimal mungkin. Udara pemanas tidak langsung dibuang, tetapi dipanaskan lagi untuk digunakan lagi memanaskan gula semut, hingga mendekati jenuh, baru selanjutnya udara tersebut dibuang. Penggunaan bahan bakar LPG dengan pertimbangan agar ruangan tetap bersih, karena yang ditangani ada-lah komoditi pangan, serta harganya masih terjangkau oleh pengguna alat.

Penelitian ini, menunjukkan saat mendekati akhir proses pengeringan, gula semut yang berada pada pan terbawah yang berdekatan dengan *burner* atau kompor, cenderung mengalami pengerasan, terutama pada bagian dasar pan. Hal ini mengindikasikan bahwa modus perpindahan kalor radiasi dan konduksi lebih dominan dibanding konveksi. Kejadian ini didukung oleh kenyataan bahwa kecepatan aliran udara pemanas ini cukup kecil, sehingga pengusiran uap air yang terlepas dari gula semut menjadi lambat. Disamping alasan tersebut, pada tahap awal, sirip-sirip pemanas *stainless steel* rumpun pertama, berjumlah tujuh buah, dengan masing-masing luas 9 cm x35cm, dan berbagai jenis rumpun-rumpun sirip lainnya, yang akan digunakan pada percobaan (penelitian) berikutnya, tidak terpasang(dilepas) dari alat pengering tersebut, serta tanpa sirkulasi udara.

Perhitungan efisiensi total rerata pengeringangula semut menggunakan alat pengering ini, diperoleh sebesar 23%. Nilai iniberdasarkan pada persamaan (6), yang meliputi kebutuhan kalor untuk pemanasangula semut dan air yang terkandung, serta kalor laten penguapan air,

dibandingkan dengan kalor hasil pembakaran bahan bakar LPG terpakai.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian adalah sebagai berikut: Pada kondisi tanpa beban, ruang pengering mencapai temperatur kerja 60 °C, diperlukan waktu lebih kurang 40 menit, dengan kondisi udara sekitarpada temperatur bola kering 30 °C,

Lama waktu pengeringan gula semut dengan kapasitas antara 8 kg/pan dan 10 kg/pan, untuk menurunkan kadar air dari sekitar 6% menjadi antara 2– 3%, adalah selama 5,5–7jam, dengan memerlukan konsumsi bahan bakar (LPG) antara 1,1–1,6kg,

Laju penurunan kadar air rata-rata gula semut sebesar 0,66% setiap jam, dan efisiensi total rerata alat pengering. (η_T) sebesar 23 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Fudholi, A., Sopian, K., Ruslan, M.H., Alghoul, M.A., Sulaiman, M.Y., 2009, Review of solar dryer for agricultural and marine products, Solar Energy Research Institute, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 Bangi Selangor Malaysia,
- Hambali, E., 1990. Pengantar Pengemasan. Laboratorium Pengemasan, Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- PDII-LIPI, 2000, Gula semut, <http://www.dekindo.com/contact/teknologi/>, 15 April 2013,
- Santoso, H.B., 1993. Pembuatan Gula Kelapa. Kanisius Yogyakarta.
- Seprianto, D. & Widagdo, T., 2010, Rancang IPembudidayaan Bunga Rosella, Laporan Kegiatan Ucer, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.
- Soetanto, N.E., 1998. Membuat Gula Kelapa Kristal. Kanisius Yogyakarta.
- Syarief, R., S. Santausa dan St. Isyana, B., 1989. Teknologi Pengemasan Pangan. Laboratorium Rekayasa Proses Pangan, Pusat Antar Uni-

versitas Pangan dan Gizi. Institut
Pertanian Bogor, Bogor.
Wedowati, E.R. dan T. Rahayuningsih,
2006. Kristalisasi Nira Siwalan
(*Borassus Flabellifer* Linn) Seba-
gai Alternatif Bahan Pemanis
Alami. Jurusan Teknologi Perta-
nian, Fakultas Pertanian, Univer-
sitas Wijaya Kusuma Surabaya.
Surabaya.