

PENGARUH PERBEDAAN KECEPATAN PUTAR (RPM) *DISC MILL* TERHADAP KESERAGAMAN UKURAN BUTIRAN GULA SEMUT

THE EFFECT OF DIFFERENT ROTATIONAL SPEED (RPM) *DISC MILL* TOWARD THE UNIFORMITY INDEX OF BROWN SUGAR

Novi Kharisma¹, Sri Waluyo², Tamrin³

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

^{2,3}Staf Pengajar Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

✉komunikasi penulis, email :sriwaluyo@gmail.com

Naskah ini diterima pada 22 September 2014; revisi pada 21 Oktober 2014; disetujui untuk dipublikasikan pada 31 Oktober 2014

ABSTRACT

The aims of this research were to find out the effect of different rotational speed of disc mill to the size spreading and uniformity index of brown sugar and to know the optimal rotational speed of disc mill producing size of 0,8 to 1,2 mm. The parameters observed were water content, fineness modulus (FM), uniformity index, grain yield, bulk density, and color. The research was conducted at five variations of rotational speed which were 800, 900, 1000, 1100, and 1200 rpm with 1500 g sample for each variations. The results show that the water content of brown sugar is between 1,30 and 1,76%, the fineness modulus is around 1,99 to 4,74, the particle size is around 0,41 to 2,79 mm, the highest grain yield reaches 45,32% at actual speed of 900 rpm, and the range of bulk density is about 721,07 to 740,40 kg/m³. The color of the middle fraction compared with commercial sugar is not significantly different. The color indexes of middle fraction in each treatment are I_{RED} 0,41 to 0,43, I_{GREEN} around 0,35, and I_{BLUE} 0,22 to 0,24. Based on the analysis of variance and Duncan's method ($\alpha < 0,05$) show that the rotational speed (rpm) significantly affects to the particle size, fineness modulus, and grain yield, but not to the water content, bulk density and color.

Keywords : Brown sugar, disc mill, rotational speed (rpm)

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh perbedaan kecepatan putar *disc mill* terhadap distribusi dan keseragaman ukuran butiran gula semut serta mengetahui kecepatan putar *disc mill* yang optimal yang menghasilkan ukuran butiran 0,8 – 1,2 mm yang terbanyak. Parameter yang diamati meliputi kadar air, derajat kehalusan (FM), indeks keseragaman, rendemen butiran, kerapatan curah, dan warna. Penelitian dilakukan pada lima variasi kecepatan putar yaitu 800, 900, 1000, 1100, dan 1200 rpm dengan jumlah sampel tiap perlakuan sebanyak 1500 g. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air gula semut yang dihasilkan berkisar antara 1,3 – 1,76%, *fineness modulus* berkisar antara 1,99 – 4,74, ukuran partikel berkisar antara 0,41 – 2,79 mm, rendemen butiran aktual tertinggi diperoleh pada kecepatan putar 900 rpm yaitu sebesar 45,32%, kerapatan curah berkisar antara 721,07 – 740,40 kg/m³. Warna yang dihasilkan pada fraksi sedang jika dibandingkan dengan gula komersial didapat hasil yang tidak berbeda nyata. Indeks warna pada fraksi sedang tiap perlakuan berkisar I_{RED} 0,41 – 0,43, I_{GREEN} 0,35, dan I_{BLUE} 0,22 – 0,24. Berdasarkan analisis sidik ragam dan uji lanjut Duncan ($\alpha < 0,05$) menunjukkan bahwa kecepatan putar (rpm) berpengaruh terhadap ukuran partikel, *fineness modulus*, dan rendemen butiran, tetapi tidak berpengaruh terhadap kadar air, kerapatan curah, dan warna.

Kata kunci : Gula semut, disc mill, kecepatan putar (rpm)

I. PENDAHULUAN

Gula semut merupakan bentuk diversifikasi produk gula merah yang berbentuk butiran kecil (granulasi) berdiameter antara 0,8 – 1,2 mm. Bahan dasar untuk membuat gula semut yaitu dapat dari nira pohon kelapa atau aren (enau). Dibandingkan dengan gula kelapa cetak, gula semut memiliki beberapa kelebihan di antaranya lebih mudah larut, daya simpan lebih lama, pengemasan dan pengangkutan lebih mudah, dapat diperkaya dengan bahan lain seperti rempah-rempah, iodium dan vitamin A atau mineral (Mustaufik dan Dwianti, 2007), serta harga yang lebih tinggi.

Pada prinsipnya proses produksi gula semut (sering juga disebut gula kelapa kristal) meliputi : proses pengaturan pH dan penyaringan nira atau pemilihan gula cetak, pemanasan/pemasakan nira atau larutan gula, proses solidifikasi, proses granulasi/kristalisasi, pengayakan, pengeringan, dan pengemasan (Mustaufik dan Haryanti, 2006).

Pembuatan gula semut secara tradisional menghasilkan keseragaman butiran dan produktifitas yang rendah, sehingga perlu upaya mekanisasi. Pada penelitian ini, diuji coba pembuatan gula semut menggunakan *disc mill* yang bertujuan untuk meningkatkan keseragaman ukuran butiran gula semut yang dihasilkan dan meningkatkan produktivitas hasil. Prinsip kerja mesin ini adalah menggerus bahan dengan gaya tekan dan gesekan antara dua piringan yang satu berputar dan yang lainnya tetap. Secara spesifik, tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh kecepatan putar (rpm) *disc mill* terhadap distribusi dan keseragaman ukuran butiran gula semut, serta mengetahui kecepatan putar (rpm) *disc mill* yang optimal yang menghasilkan ukuran butiran 0,8 – 1,2 mm yang terbanyak.

II. BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan pada bulan Mei – Juni 2014 di Desa Lehan Kecamatan Bumi Agung Kabupaten Lampung Timur dan Laboratorium Rekayasa Bioproses dan Pasca Panen Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Alat yang digunakan yaitu wajan

besar, kompor/tungku, pengaduk kayu, penggerus garpu dari kayu, nampan, *stopwatch*, oven, cawan, ayakan *tyler*, *disc mill*, *tachometer*, termometer, timbangan digital, kamera digital, dan alat tulis. Bahan yang digunakan yaitu gula kelapa cetak dengan kadar air sekitar 13 – 14%, gula pasir, dan air.

Penelitian dilaksanakan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor yaitu kecepatan putar *disc mill* (P_{800} , P_{900} , P_{1000} , P_{1100} , dan P_{1200}). Analisis data dilakukan menggunakan paket program statistik SAS. Kemudian gula yang telah kering digiling menggunakan *disc mill* dengan lima variasi kecepatan putar (rpm) yaitu 800, 900, 1000, 1100, dan 1200 rpm. Ukuran gula semut yang diharapkan yaitu pada diameter 0,8 – 1,2 mm. Parameter pengamatan meliputi :

1. Kadar air

Kadar air gula semut diukur setelah proses penggilingan. Penentuan kadar air dilakukan dengan metode oven, yaitu dengan mengeringkan bahan pada suhu 105 – 110 p C selama 3 jam atau sampai didapat berat yang konstan (Winarno, 1991). Kadar air dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 1 sebagai berikut:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{m_0 - m_t}{m_t} \times 100\% \dots (1)$$

Di mana :

m_0 : Bobot sampel awal (g)

m_t : Bobot sampel akhir (g)

2. Derajat kehalusan

Sebanyak 1000 g sampel gula semut diayak menggunakan ayakan *tyler* selama 10 menit (sampai stabil). Pengayakan menggunakan 6 mesh dan ditambah panci. Tabel 1 menunjukkan ukuran mesh dan cara penentuan derajat kehalusan gula semut.

Berikut beberapa persamaan yang digunakan untuk menghitung fraksi persen bahan tertinggal, *fineness modulus* (FM), dan dimensi rata-rata partikel.

a. Fraksi persen bahan tertinggal (Xi)

Fraksi persen bahan tertinggal ditentukan dengan cara membagi bobot bahan yang

Tabel 1. Cara menghitung *fineness modulus*

Mesh(inchi)	Ukuran lubang (mm)	Berat bahan yang tertinggal (m_i)	% Bahan yang tertinggal	Dikalikan dengan	% Hasil
14 (0,056)	1,41	-	-	6	-
16 (0,047)	1,18	-	-	5	-
18 (0,039)	1,00	-	-	4	-
20 (0,033)	0,84	-	-	3	-
25 (0,028)	0,69	-	-	2	-
35 (0,019)	0,50	-	-	1	-
Panci	< 0,50	-	-	0	-
Total		m_{total}		-	

tertinggal pada masing-masing ayakan dibagi dengan bobot seluruh bahan yang diuji. Bentuk persamaannya sebagai berikut:

$$X_i = \frac{m_i}{m_{total}} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

Di mana :

m_i : Bobot bahan yang tertinggal di ayakan ke-i (g)

m_{total} : Bobot seluruh bahan yang diuji (g)

b. *Fineness modulus* (FM)

Fineness modulus ditentukan dengan cara membagi persen hasil bahan yang tertahan dibagi dengan 100. *Fineness modulus* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3 sebagai berikut:

$$FM = \frac{Hasil (\%)}{100\%} \dots \dots \dots (3)$$

c. Dimensi rata-rata partikel

Dimensi rata-rata partikel dihitung dengan menggunakan derajat kehalusan (mm). Bentuk persamaannya sebagai berikut:

$$D = 0,10414 (2)^{FM} \dots \dots \dots (4)$$

3. Indeks keseragaman

Hasil dari pengayakan pada Tabel 1 selanjutnya dikelompokkan berdasarkan kriteria kasar, sedang, dan halus. Gula semut kategori kasar adalah butiran gula semut yang tertahan pada mesh 14 dan 16. Sedangkan gula semut yang diklasifikasikan pada kategori sedang adalah gula semut yang tertahan pada mesh 18, 20 dan 25. Selanjutnya dikategorikan sebagai fraksi halus adalah gula semut yang tertahan pada mesh 35 dan panci.

4. Rendemen butiran

Rendemen butiran menunjukkan persen berat butiran yang dihasilkan, yaitu perbandingan berat butiran fraksi sedang (0,8 – 1,2 mm) dengan berat total sampel. Rendemen butiran dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 5 sebagai berikut:

$$\text{Rendemen butiran (\%)} = \frac{m_h}{m_{total}} \times 100\% \dots \dots (5)$$

Di mana :

m_h : Bobot butiran fraksi sedang (diameter 0,8 – 1,2mm) (g)

m_{total} : Bobot total sampel (g)

5. Kerapatan curah

Pengukuran kerapatan curah gula semut dilakukan dengan cara menimbang wadah (m_1) yang volumenya diketahui (misalnya volume 250 ml), kemudian diisi dengan gula semut hingga rata dibibir wadah, wadah diketuk-ketuk sebanyak 10 kali untuk memadatkan gula semut, lalu ditimbang (m_2). Kerapatan curah dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 7 sebagai berikut:

$$\text{Bobot sampel (m)} = m_2 - m_1 (g) \dots \dots \dots (6)$$

$$\text{Kerapatan curah } (\rho) = \frac{m_2 - m_1}{V} (\text{kg/m}^3) \dots \dots (7)$$

Di mana :

m_1 : Bobot wadah (g)

m_2 : Bobot wadah + gula semut (g)

V : Volume wadah (m^3)

6. Warna

Penentuan warna pada penelitian dilakukan dengan metode citra digital.

1. Pengambilan citra
 - a. Bahan diletakkan di dalam box pengambilan citra berlatar belakang kain putih dengan ketinggian 16 cm yang sudah dipasangkan lampu pijar pada 2 titik sudut (kanan dan kiri) pada box pengambilan citra, di mana lampu tersebut berfungsi untuk menghilangkan efek bayangan yang terbentuk dan memberikan cahaya tambahan pada gula semut.
 - b. Kamera digital akan menangkap citra gula semut, citra gula semut direkam dengan ukuran *pixel* dan disimpan ke dalam memori dalam bentuk *file* citra dengan format JPG.
2. Pengolahan citra
 - a. Membuat program MATLAB dengan perintah untuk *upload image*, mengambil sampel bagian citra (*cropping*) citra sampel, dan menghitung intensitas warna RGB. Diagram alir untuk menghitung nilai indeks warna RGB dapat dilihat pada Lampiran 1.
 - b. Untuk membandingkan warna gula semut yang dihasilkan, maka dilakukan perbandingan warna gula semut dengan produk komersial sejenis.

Duncan, kadar air pada kecepatan putar 800 rpm berbeda nyata dengan perlakuan 1000, 1100, dan 1200 rpm, tetapi tidak berbeda nyata dengan 900 rpm. Namun kadar air gula semut pada masing-masing perlakuan memiliki nilai yang hampir sama tidak ada perbedaan yang signifikan pada setiap perlakuan.

Dapat dilihat pada Tabel 2 bahwa semakin tinggi kecepatan putar maka kadar air gula semut yang dihasilkan semakin rendah. Adanya perbedaan kadar air dari setiap perlakuan kemungkinan dipengaruhi oleh ukuran butiran. Semakin besar ukuran bahan maka kadar airnya lebih tinggi dan sebaliknya. Selain itu faktor lain adalah adanya kenaikan suhu pada proses penggilingan. Pada kecepatan putar yang tinggi akan mengakibatkan gesekan yang tinggi sehingga akan menimbulkan energi panas. Kemungkinan pada proses penggilingan terjadi penguapan air pada bahan sehingga dihasilkan kadar air yang lebih rendah. Hal ini sesuai dengan pendapat Henderson dan Perry (1976), yang menyatakan bahwa energi untuk pengecilan ukuran sebagaimana pada pembuatan gula semut dilepaskan sebagai panas sehingga meningkatkan suhu produk, alat giling dan udara sekitar.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kadar air

Kadar air dalam bahan pangan berhubungan dengan daya simpan dan ketahanan suatu produk pangan terhadap kerusakan (Winarno, 1991). Kadar air gula semut yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2, Kadar air yang diperoleh yaitu berkisar antara 1,3 – 1,76%. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan kecepatan putar (rpm) berpengaruh nyata terhadap kadar air ($\alpha < 0,05$). Menurut uji

3.2 Derajat kehalusan

Derajat kehalusan (*fineness modulus*) merupakan bilangan yang mewakili ukuran rata-rata partikel bahan hasil penggilingan. Derajat kehalusan dihitung berdasarkan jumlah fraksi bahan yang tertinggal pada setiap ayakan *tyler* dibagi dengan 100 (Henderson dan Perry, 1976). Semakin kecil nilainya, maka butiran semakin halus (diameter partikel semakin kecil). Derajat kehalusan yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Kadar air gula semut setelah proses penggilingan

RPM	Kode	Kadar air (%)	Rerata kadar air (%)
800	P ₈₀₀ U ₁	1,70	1,76
	P ₈₀₀ U ₂	1,94	
	P ₈₀₀ U ₃	1,64	
900	P ₉₀₀ U ₁	1,51	1,61
	P ₉₀₀ U ₂	1,78	
	P ₉₀₀ U ₃	1,52	
1000	P ₁₀₀₀ U ₁	1,24	1,38
	P ₁₀₀₀ U ₂	1,50	
	P ₁₀₀₀ U ₃	1,39	
1100	P ₁₁₀₀ U ₁	1,35	1,34
	P ₁₁₀₀ U ₂	1,33	
	P ₁₁₀₀ U ₃	1,33	
1200	P ₁₂₀₀ U ₁	1,31	1,30
	P ₁₂₀₀ U ₂	1,37	
	P ₁₂₀₀ U ₃	1,21	

Tabel 3. *Fineness modulus*, ukuran partikel, indeks keseragaman, dan rendemen butiran

Kode	Indeks keseragaman (%)			Rendemen butiran (%)	FM	D (mm)
	Kasar	Sedang	Halus			
P ₈₀₀	7,32	1,42	1,26	14,17	4,74	2,79
P ₉₀₀	3,95	4,59	1,52	45,32	3,76	1,41
P ₁₀₀₀	3,79	2,05	4,14	20,56	2,87	0,76
P ₁₁₀₀	2,95	1,85	5,19	18,52	2,38	0,54
P ₁₂₀₀	2,33	1,72	5,92	17,23	1,99	0,41

Keterangan:

- Fraksi kasar : Gula semut yang berukuran 1,18 – lebih dari 1,41 mm (gula yang dapat digiling secara langsung)
- Fraksi sedang : Gula semut yang berukuran 0,69 – 1,18 mm (gula yang diharapkan)
- Fraksi halus : Gula semut yang berukuran kurang dari 0,50 – 0,69 mm (gula yang tidak dapat digiling ulang secara langsung, tetapi jika ingin diproses lagi harus dimasak kembali)

Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan kecepatan putar (rpm) berpengaruh nyata terhadap *fineness modulus* ($\alpha < 0,05$). Menurut uji Duncan, *fineness modulus* yang diperoleh pada masing-masing perlakuan berbeda nyata.

Berdasarkan hasil penelitian, *fineness modulus* yang dihasilkan pada kecepatan putar 1200 rpm lebih kecil dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Ini dikarenakan pada kecepatan putar 1200 rpm menghasilkan ukuran butiran < 0,50 mm lebih banyak sehingga nilai *fineness modulus* yang diperoleh lebih kecil yaitu 1,99. Sedangkan pada kecepatan putar yang rendah yaitu 800 rpm menghasilkan ukuran butiran > 1,41 mm lebih banyak sehingga nilai *fineness modulus* yang diperoleh lebih besar yaitu 4,74. Semakin tinggi kecepatan putar (rpm) maka semakin rendah nilai *fineness modulus* yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan pendapat Sumariana (2012), yang menyatakan bahwa semakin tinggi kecepatan putar maka semakin kecil nilai *fineness modulus* yang dihasilkan.

Ukuran partikel menunjukkan kehalusan dari hasil penggilingan, semakin kecil ukuran partikel maka semakin halus dan sebaliknya bila ukuran semakin besar maka tingkat kehalusan semakin kasar. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan kecepatan putar (rpm) berpengaruh nyata terhadap ukuran partikel ($\alpha < 0,05$). Menurut uji Duncan, ukuran partikel pada 1100 rpm berbeda nyata dengan perlakuan 800, 900, dan 1000, tetapi tidak berbeda nyata dengan 1200 rpm.

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa kecepatan putar 800 rpm menghasilkan ukuran rata-rata partikel yang lebih besar yaitu 2,79 mm. Hal ini dikarenakan pada kecepatan putar 800 rpm menghasilkan nilai *fineness modulus* yang lebih besar. Sedangkan kecepatan putar 1200 rpm menghasilkan ukuran rata-rata partikel yang lebih kecil yaitu 0,41 mm. Hal ini dikarenakan pada kecepatan putar 1200 rpm menghasilkan nilai *fineness modulus* yang lebih kecil. Hal ini sesuai dengan pendapat Sumariana (2012), yang menyatakan bahwa semakin rendah nilai derajat kehalusan maka akan semakin halus ukuran partikel yang dihasilkan.

3.3 Indeks keseragaman

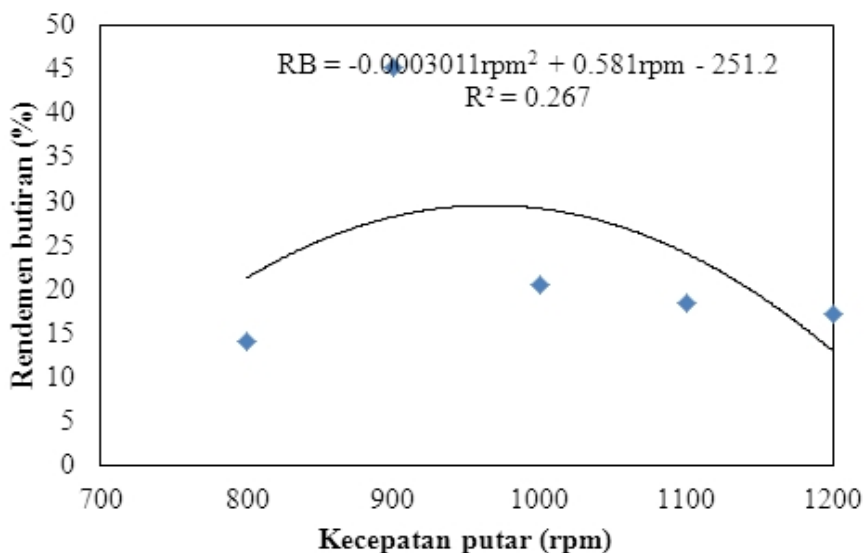
Berdasarkan hasil penelitian, kecepatan putar berpengaruh terhadap ukuran bahan yang dihasilkan. Berdasarkan Tabel 3, kecepatan putar 800 rpm menghasilkan persentase fraksi kasar yang paling tinggi dan persentase fraksi halus yang lebih rendah yaitu dengan perbandingan untuk masing-masing fraksi kasar : sedang : halus adalah 7 : 2 : 1 dengan persentase tingkat kehalusan fraksi kasar sebesar 73,15%, fraksi sedang sebesar 14,16% dan fraksi halus sebesar 12,63%. Sedangkan pada kecepatan putar 1200 rpm menghasilkan persentase fraksi halus yang paling tinggi dan persentase yang kasar lebih rendah yaitu dengan perbandingan untuk masing-masing fraksi kasar : sedang : halus adalah 2 : 2 : 6 dengan persentase tingkat kehalusan fraksi kasar sebesar 23,28%, fraksi sedang sebesar 17,17% dan fraksi halus sebesar 59,23%. Menurut Rahmadian (2012), kecepatan putar berpengaruh terhadap hasil penggilingan,

di mana semakin cepat mesin berputar maka hasil penggilingan semakin halus. Perbedaan hasil gilingan yang diperoleh pada tiap perlakuan disebabkan oleh kecepatan putaran mesin (rpm), selain itu faktor yang mungkin juga menyebabkan ketidakseragaman hasil penggilingan yaitu karena adanya gesekan dari gigi-gigi piringan yang mengenai bahan intensitasnya tidak sama sehingga diperoleh hasil yang berbeda-beda.

3.4 Rendemen Butiran

Rendemen butiran menunjukkan perbandingan persen hasil butiran yang diharapkan yaitu berat butiran yang berukuran 0,8 – 1,2 mm (fraksi sedang) dengan berat butiran keseluruhan. Persamaan pendugaan yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 1.

Persamaan pendugaan rendemen butiran menghasilkan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,267 (Gambar 1) yang berarti hanya 26,7% variabel rendemen butiran dapat dijelaskan oleh variabel kecepatan putar. Sedangkan sisanya 73,3% dipengaruhi oleh faktor yang tidak termasuk dalam variabel yang diteliti. Hal ini membuktikan bahwa model regresi untuk rendemen butiran yang didapat tidak tepat untuk menduga nilai kecepatan putar karena nilai koefisien determinasi yang dihasilkan cukup rendah. Suhandy (2003) menyimpulkan bahwa koefisien determinasi di bawah 0,34 merupakan nilai yang kecil dan tidak tepat untuk model pendugaan kekerasan melalui indeks warna merah. Sedangkan koefisien determinasi sebesar 0,58 masih dapat dikatakan cukup baik untuk menduga umur atau



Gambar 1. Rendemen butiran sebagai fungsi rpm *disc mill*

Berdasarkan Tabel 3, kecepatan putar 900 rpm menghasilkan ukuran butiran yang diharapkan yaitu ukuran 0,69 – 1,18 mm (fraksi sedang) yang lebih tinggi dibandingkan dengan kecepatan putar lainnya yaitu sebesar 45,32%. Sehingga kecepatan putar 900 rpm yang terbaik dibandingkan dengan kecepatan putar lainnya. Sedangkan pada Gambar 1 diperoleh persamaan pendugaan untuk rendemen butiran adalah $RB = -0,0003011rpm^2 + 0,581rpm - 251,2$. Sehingga berdasarkan perhitungan secara teoritis menggunakan persamaan didapat bahwa kecepatan putar yang optimal yaitu 964 rpm dengan persentase rendemen butiran sebesar 29,07%.

kemasakan manggis dengan variabel indeks warna merah dan koefisien determinasi di atas 0,80 merupakan nilai yang sangat baik untuk pendugaan. Dari data yang ditampilkan, tampaknya interval perlakuan rpm terlalu lebar sehingga dalam penelitian ini kehilangan informasi terutama data-data pada kisaran antara 800 – 1000 rpm.

Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan kecepatan putar (rpm) berpengaruh nyata terhadap rendemen butiran ($\alpha < 0,05$). Menurut uji lanjut Duncan, rendemen butiran yang diperoleh pada 1100 rpm berbeda nyata dengan perlakuan 800, 900, dan 1000 rpm, tetapi tidak berbeda nyata dengan 1200 rpm.

Dilihat dari Tabel 3 di atas ukuran butiran dapat digolongkan menjadi 3 yaitu gula fraksi kasar, sedang dan halus. Gula fraksi kasar yaitu gula yang dapat diproses kembali dengan cara menggiling ulang. Gula fraksi sedang yaitu gula dengan ukuran yang diharapkan. Sedangkan gula fraksi halus yaitu gula yang tidak dapat digiling ulang, tetapi jika ingin diproses lagi harus dimasak kembali. Hal ini akan membutuhkan waktu dan biaya tambahan.

3.5 Kerapatan curah

Kerapatan curah merupakan perbandingan bobot bahan dengan volume yang ditempatinya, termasuk ruang kosong di antara butiran bahan. Kerapatan curah yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 4.

Dari data hasil pengukuran kerapatan curah menunjukkan bahwa kerapatan curah pada semua perlakuan didapat hasil yang hampir sama. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan kecepatan putar (rpm) tidak berpengaruh nyata terhadap kerapatan curah (α

$< 0,05$). Menurut Wirakartakusumah, dkk (1992) dalam Syah, dkk (2013) nilai kerapatan bahan makanan berbentuk bubuk umumnya antara 300 – 800 kg/m³.

Kerapatan curah yang diperoleh pada penelitian ini yaitu berkisar antara 721,07 – 740,40 kg/m³. Ini menunjukkan bahwa kerapatan curah gula semut yang dihasilkan tinggi. Hal ini dipengaruhi oleh gula semut yang dihasilkan, gula semut yang dihasilkan relatif halus sehingga pada saat pengukuran gula semut ini dapat menempati ruang kosong di antara butiran sehingga mampu menempati volume wadah dengan kuantitas (jumlah) yang lebih besar.

3.6 Warna

Warna merupakan salah satu kriteria mutu gula semut, berdasarkan SNI yang telah ditetapkan warna gula palma yang berbentuk butiran yaitu warna kuning kecoklatan sampai coklat. Indeks warna yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 4. Kerapatan curah

RPM	Kode	Kerapatan curah (kg/m ³)	Rerata kerapatan curah (kg/m ³)
800	P ₈₀₀ U ₁	734,80	730,27
	P ₈₀₀ U ₂	740,00	
	P ₈₀₀ U ₃	716,00	
900	P ₉₀₀ U ₁	730,80	722,13
	P ₉₀₀ U ₂	720,00	
	P ₉₀₀ U ₃	715,60	
1000	P ₁₀₀₀ U ₁	726,80	721,07
	P ₁₀₀₀ U ₂	720,40	
	P ₁₀₀₀ U ₃	716,00	
1100	P ₁₁₀₀ U ₁	723,20	725,73
	P ₁₁₀₀ U ₂	716,00	
	P ₁₁₀₀ U ₃	738,00	
1200	P ₁₂₀₀ U ₁	737,60	740,40
	P ₁₂₀₀ U ₂	740,80	
	P ₁₂₀₀ U ₃	742,80	

Tabel 5. Indeks warna RGB pada gula semut

Perlakuan (rpm)	I _{RED}			I _{GREEN}			I _{BLUE}		
	Ulangan 1			Ulangan 2			Ulangan 3		
	Halus	Sedang	Kasar	Halus	Sedang	Kasar	Halus	Sedang	Kasar
P ₈₀₀	0,44	0,43	0,42	0,35	0,35	0,35	0,21	0,22	0,23
P ₉₀₀	0,43	0,42	0,42	0,35	0,35	0,35	0,22	0,23	0,23
P ₁₀₀₀	0,43	0,43	0,41	0,36	0,35	0,35	0,21	0,22	0,24
P ₁₁₀₀	0,44	0,42	0,41	0,35	0,35	0,35	0,21	0,23	0,24
P ₁₂₀₀	0,44	0,41	0,43	0,36	0,35	0,35	0,20	0,24	0,22
Gula komersial	-	0,43	-	-	0,35	-	-	0,22	-

Berdasarkan hasil penelitian, warna dominan gula semut yang dihasilkan adalah berwarna coklat. Indeks warna gula semut yang dihasilkan kemungkinan dipengaruhi oleh ukuran butiran gula semut yang dihasilkan. Dapat dilihat bahwa semakin kasar ukuran butiran maka gula semut yang dihasilkan berwarna coklat gelap dan semakin halus ukuran butiran maka gula semut yang dihasilkan berwarna coklat cerah.

Data penelitian menunjukkan bahwa pada gula semut fraksi halus indeksnya berkisar I_{RED} 0,43 – 0,44, I_{GREEN} 0,35 – 0,36, dan I_{BLUE} 0,20 – 0,22. Pada gula semut fraksi sedang berkisar I_{RED} 0,41 – 0,43, I_{GREEN} 0,35, dan I_{BLUE} 0,22 – 0,24. Sedangkan pada gula semut fraksi kasar berkisar I_{RED} 0,41 – 0,43, I_{GREEN} 0,35, dan I_{BLUE} 0,22 – 0,24. Pada tabel di atas data yang ditampilkan dikelompokkan berdasarkan tiga ukuran yaitu halus (kurang dari 0,50 – 0,69 mm), sedang (0,69 – 1,18 mm), dan kasar (1,18 – lebih dari 1,41 mm).

Kelompok sedang merupakan ukuran gula semut yang diharapkan yang sesuai dengan klasifikasi gula semut komersial, sehingga warna yang dibandingkan dengan gula semut komersial yaitu kelompok sedang. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan kecepatan putar (rpm) tidak berpengaruh nyata terhadap indeks warna R, G, dan B ($\alpha < 0,05$). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kecepatan putar (rpm) tidak berpengaruh terhadap indeks warna.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1. Kecepatan putar (rpm) berpengaruh terhadap, ukuran partikel, derajat kehalusan (FM), dan rendemen butiran. Tetapi kecepatan putar (rpm) tidak berpengaruh terhadap kadar air, kerapatan curah dan warna.
2. Kecepatan putar optimal secara teoritis yang didapat yaitu 964 rpm dengan persentase rendemen butiran sebesar 29,07%, sedangkan rendemen butiran aktual pada 900 rpm lebih tinggi yaitu sebesar 45,32%. Persamaan pendugaan rendemen butiran menghasilkan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,267. Hal ini membuktikan bahwa

model regresi untuk rendemen butiran yang didapat tidak tepat untuk menduga nilai kecepatan putar.

4.2 Saran

Pada penelitian ini rendemen yang dihasilkan (butiran yang berukuran 0,8 – 1,2 mm) masih rendah sehingga perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan rentang kecepatan putar (rpm) 800 – 1000 dengan interval lebih kecil dari 100 untuk melihat distribusi butiran yang dihasilkan. Sehingga didapat kecepatan putar (rpm) optimal yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Henderson, S.M. dan Perry, R.L. (1976) *Agricultural Process Operations 3rd Ed.* John Wiley and Sons. New York.
- Mustaufik dan H. Dwianti. 2007. *Rekayasa Pembuatan Gula Kelapa Kristal yang Diperkaya dengan Vitamin A dan Uji Preferensinya kepada Konsumen*. Laporan Penelitian. Peneliti Dosen Muda Dikti Jakarta. Jurusan Teknologi Pertanian Universitas Jenderal Soedirman. Purwokerto.
- Mustaufik dan P. Haryanti. 2006. *Evaluasi Mutu Gula Kelapa Kristal yang Dibuat dari Bahan Baku Nira dan Gula Kelapa Cetak*. Laporan Penelitian. Peneliti Muda Dikti Jakarta. Jurusan Teknologi Pertanian Universitas Jenderal Soedirman. Purwokerto.
- Rahmadian, O. 2012. Uji Kinerja Hammer Mill dengan Umpan Janggal Jagung. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. 1 (1) : 11 – 16.
- Suhandy, D. dan U. Ahmad. 2003. Pengembangan Algoritma Image Processing Untuk Menduga Kemasakan Buah Manggis Segar. *Buletin Keteknik Pertanian*. 17 (2) : 29 – 38.
- Sumariana, K.S. 2012. Uji Performansi Mesin Penepung Tipe *Disc (Disc Mill)* untuk Penepungan Juwawut. *Agritech*. 32 (1) : 66 - 72.

Syah, H., Yusmanizar., dan M. Oki. 2013. Karakteristik Fisik Bubuk Kopi Arabika Hasil Penggilingan Mekanis dengan Penambahan Jagung dan Beras Ketan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*. 5 (1) : 32 - 37.

Winarno, F. G. 1991. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 253 hal.

Wirakartakusumah, M., A, Kamaruddin dan A, Atjeng M. S. 1992. *Sifat Fisik Pangan*. Pusat Antar Universitas. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Lampiran 1. Diagram alir modul perhitungan nilai indeks warna RGB

