

Optimalisasi Bahan Baku dan Kapasitas Kerja Alat Granulator pada Proses Pembuatan Gula Semut Aren

Raw Material and Work Capacity of Granulator Equipment Optimization in Processing Crystal Palm Sugar

Otik Nawansih¹⁾, Erdi Suroso¹⁾ dan Agung Rhafdho Wibisono²⁾

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung
Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung, Lampung 35145

*Email : otiknawansih@yahoo.co.id

ABSTRACT

The purpose of this research was to identify the quality of palm juice which can be used as raw material for produce crystal palm sugar by measuring the acidity level (pH), and to know the optimum working capacity of granulator tool at the stage of granulation process of palm sugar production. Palm juice was measuring pH, which had $pH > 6$ continues evaporated but if had $pH < 6$ added $Ca(OH)_2$ until pH 7 and then evaporated, granulated, sifting 20 mesh and observation crystal palm sugar included the water level, levels of ashes, solids insoluble, rendemen and color. Optimizing the working capacity of the granulator tool done by evaporated palm juices of 20 L, 30 L, 40 L and than granulated, observation time and rendemen granulation. The result showed that palm juice that can be used as raw material for produce crystal palm sugar must good quality indicated by $pH > 6$. Crystal palm sugar contains water 3,125%, ash 2,26% and insoluble solid 0.215% was close to the standard (SNI). The rendemen was 8.46%. The optimum working capacity of ganulator tool was from 20 L palm juices with milling efficiency of 80.97% need 8 minutes 28 seconds time process.

Keywords: Crystal Palm Sugar, Palm Juice, Optimization, and Working Capacity.

PENDAHULUAN

Provinsi Lampung merupakan salah satu daerah yang berpotensi akan komoditas aren, dengan luas areal perkebunan aren mencapai 84.587 Ha dengan jumlah produksi sebesar 173.376 ton (Badan Pusat Statistik, 2013). Salah satu produk olahan yang berasal dari nira aren adalah gula merah aren, namun gula merah aren memiliki kelemahan secara umum yaitu masa simpan yang pendek (2-6 minggu), kurang praktis dan kurang sesuai dengan gaya hidup modern. Salah satu inovasi produk olahan dari nira adalah gula semut. Gula semut merupakan jenis gula yang dibuat dari nira dengan bentuk serbuk atau kristal dan berwarna kuning kecoklatan. Kelebihan gula semut antara lain lebih mudah larut, daya simpan lebih lama (sekitar 1 tahun) karena kadar air kurang dari 3%, lebih praktis, lebih fleksibel pengemasannya serta bisa diperkaya dengan jahe dan rempah-rempah lainnya. Penggunaan gula semut juga cukup luas sebagai pemanis minuman, kue, rotidan sebagainya (Zuliana, 2016). Dari sisi kesehatan gula semut mempunyai kemurnian yang tinggi ($\pm 90\%$) dibanding gula merah cetak ($\pm 77\%$) dan mempunyai indeks glikemik lebih rendah (± 35) dibanding gula kristal putih (± 65).

Proses pembuatan gula semut sebenarnya hampir sama dengan pembuatan gula merah cetak, namun berdasarkan penelitian sebelumnya ada dua titik kritis dalam pembuatan gula semut yaitu bahan baku (nira maupun gula merah cetak) dan tahap kristalisasi. Menurut Balai Penelitian Tanaman Palma (2010), nira

dengan mutu baik dan segar bisa menghasilkan gula semut karena granulasi mudah dilakukan dan sebaliknya mutu nira yang kurang baik akan menyebabkan sulit di granulasi dan lengket. Nira dengan mutu baik secara visual bening seperti teh, tidak ada bau asam atau alkohol dan tidak ada busa atau gelembung. Sedangkan nirayang sudah mulai rusak ditandai kenampakan yang keruh, tercium bau alkohol atau asam, berbusa atau ada gelembung. Penggunaan indikator pH dalam menilai mutu nira cukup mudah dilakukan serta cukup mewakili parameter mutu nira yang lain. Nira yang masih segar belum terjadi kerusakan sukrosa sampai terbentuk asam sehingga pH umumnya antara 6-7. Bila sudah terjadi kerusakan, sukrosa akan terinversi oleh aktivitas yeast menjadi gula reduksi dan alkohol. Tahap kerusakan berikutnya alkohol oleh bakteri pembentuk asam akan dikonversi menjadi asam asetat sehingga keasaman meningkat atau bila diukur pHnya akan turun sampai < 6 .

Tahap granulasi bisa dilakukan secara manual maupun menggunakan alat granulator. Alat granulator yang ada di kelompok pengrajin gula aren di Sumber Agung Kemiling mempunyai kapasitas kerja 4 kg, namun bila diisi penuh maka banyak butir yang terlempar keluar sehingga perlu dicari kapasitas kerja optimalnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas nira aren yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan gula semut dengan pengukuran pH dan kapasitas kerja alat granulator yang optimal pada tahap proses granulasi.

METODE PENELITIAN

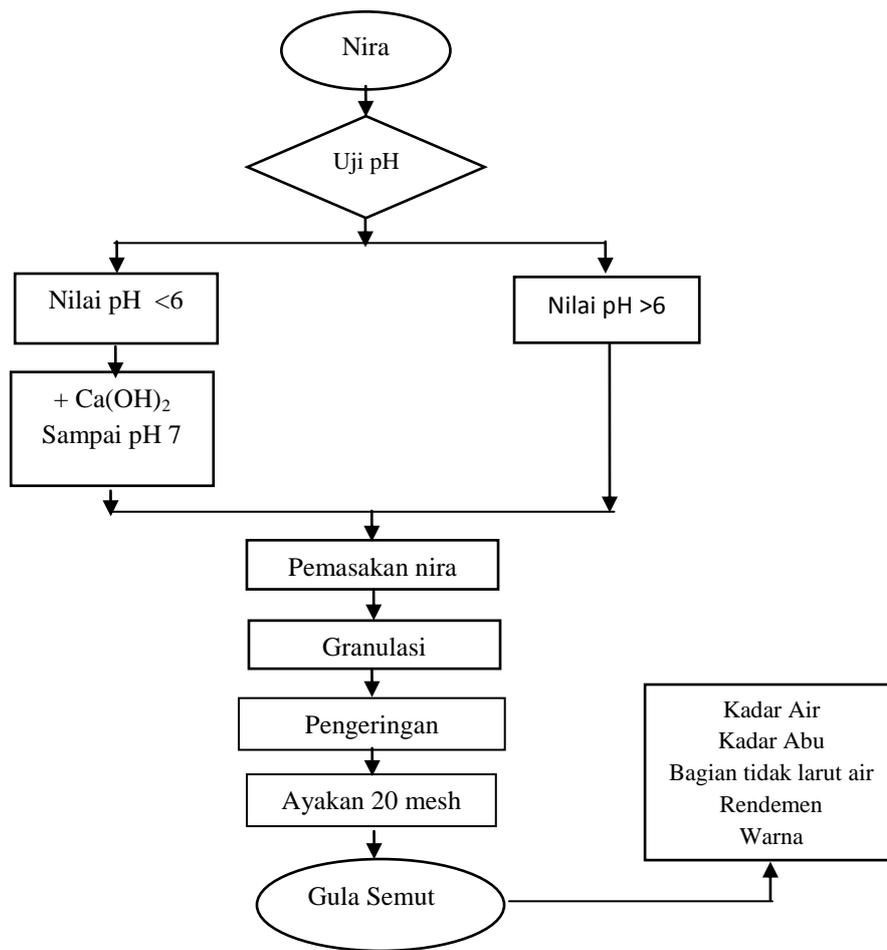
Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah: Nira aren yang diperoleh dari penderes nira aren di Kemiling (Tahura Wan Abdurahman) , kayu bakar, minyak kelapa. Alat yang digunakan dalam penelitian ini berupa alat pemasakan meliputi tungku masak kayu, wajan ukuran diameter 75cm kapasitas 40L, serok, pengaduk kayu, alat granulator merk FamozePRO Type YCT124-1400 0,1 kw, loyang, ayakan 20mesh, timbangan dan pH meter.

Optimalisasi bahan baku nira aren.

Nira aren diukur pH nya, bila $pH < 6$, maka ditambahkan susu kapur sampai pH 7 baru dimasak. Nira dengan $pH > 6$ langsung dimasak, didinginkan, digranulasi dan diayak (Gambar 1). Percobaan diulang dua kali. Gula semut diamatirendemen, kadar air (SNI 01-2891-1992, butir 5.1), kadar abu (SNI 01-2891-1992, butir 6.1), bagian tidak larut dalam air (SNI 01-2891-1992, butir 13) dan analisis citra warna digital (Program Matlab). Nira yang menghasilkan gula semut yang baik digunakan untuk optimasi alat ganulator pada Tahap 2.

Optimalisasi kapasitas kerja alat granulator.

Kapasitas kerja alat yang dicoba adalah 2 kg, 3 kg dan 4 kg. Namun karena nira kental yang akan digranulasi sulit untuk diukur baik berat maupun volumenya (kurang akurat karena akan menempel pada alat ukur) maka kapasitas kerja dilakukan dengan pendekatan volume nira yang dimasak. Dengan asumsi bahwa 10 L nira dapat menghasilkan 1 kg gula, maka untuk kapasitas kerja 2 kg, 3 kg dan 4 kg dihasilkan dari pemasakan nira sebanyak 20 L, 30 L dan 40 L. Nira kemudian dimasak sampai kental (spoon test), didinginkan kemudian digranulasi menggunakan alat granulator dan diayak dengan ayakan 20 mesh. Setiap perlakuan diulang sebanyak dua kali. Pengamatan yang dilakukan adalah rendemen, efisiensi alat dan waktu granulasi.



Gambar 1. Diagram alir optimalisasi bahan baku dengan pengaturan pH pada proses pembuatan gula semut

HASIL DAN PEMBAHASAN

Optimalisasi Bahan Baku Nira.

Pada penelitian ini nira aren diambil dari pohon aren pada pukul 07.00 WIB, selanjutnya dilakukan pengamatan fisik meliputi warna, bau, kekeruhan, dan pengukuran pH nira. Nira aren dengan pH >6 dipisahkan dengan nira aren dengan pH <6 dan dibuat gula semut seperti disajikan pada Gambar 1. Kedua nira dengan mutu berbeda tersebut secara visual mempunyai karakteristik seperti ditunjukkan pada Gambar 2 dan Tabel 1.



A.



B.

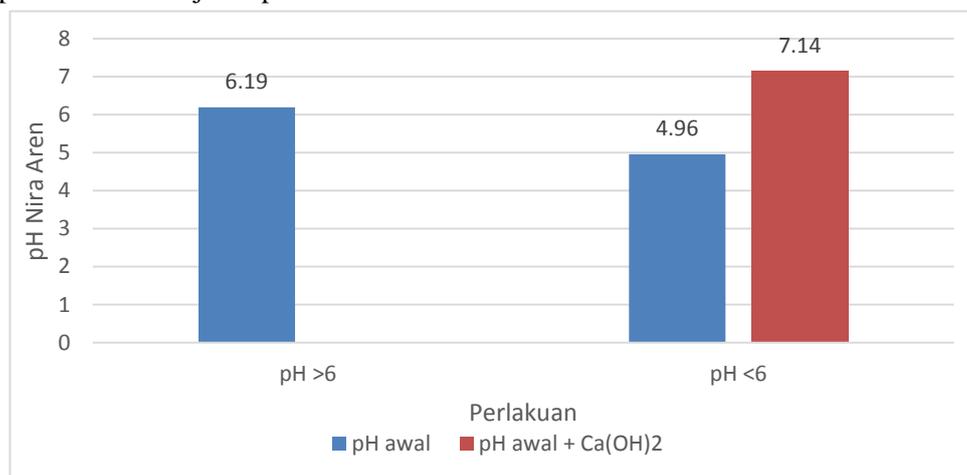
Gambar 2. Penampakan visual nira aren dengan pH >6 (A) dan pH <6 (B)

Pengamatan mutu nira dalam penelitian ini sesuai dengan pendapat Isoesetiyo (2001) bahwa nira yang baik memiliki pH >6 dengan karakteristik rasa yang manis, berbau harum, tidak bewarna sedangkan nira aren yang memiliki pH <6 memiliki aroma asam, bewarna keruh, dan berbusa.

Tabel 1. Pengamatan nira aren sebelum proses pemasakan

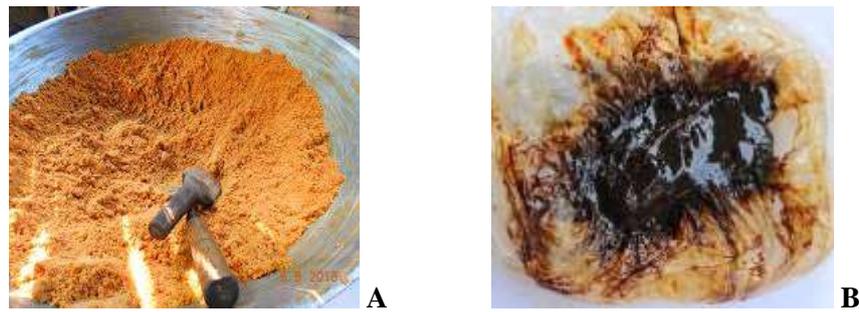
Pengamatan	Nira Aren <6	Nira Aren >6
Rasa	Asam	Manis
Bau	Asam	Harum
Warna	Keruh	Jernih
Penampakan	Berbusa	Tidak Berbusa

Nira aren yang memiliki pH <6 tidak langsung diolah tetapi dilakukan penambahan susu kapur sampai pH nira aren menjadi ±7. Maksud penambahan susu kapur dalam penelitian ini adalah untuk mencegah inversi lanjut sukrosa saat pemasakan. Inversi sukrosa terjadi pada pH rendah dan suhu tinggi. Hasil pengamatan pH rata-rata disajikan pada Gambar 3.



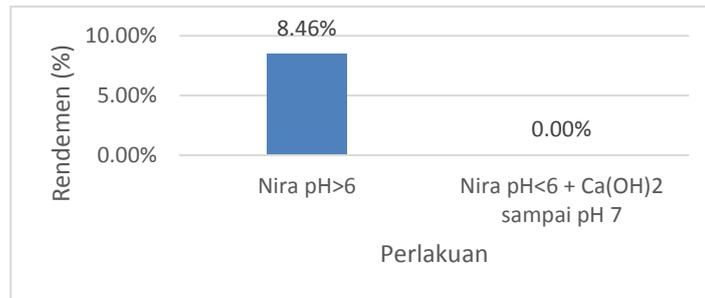
Gambar 3. pH nira aren >6 dan pH <6 yang ditambah Ca(OH)₂ Susu kapur sampai pH ±7.

Pemasakan nira aren dengan pH >6 menghasilkan gula semut yang baik sedangkan pemasakan nira pH <6 yang sudah ditambahkan susu kapur tidak menghasilkan gula semut melainkan gula yang mengeras dan lengket seperti gulali. Hal ini disebabkan pada nira dengan pH <6 (4,96) sebelum dimasak telah terjadi kerusakan sukrosa oleh mikroorganisme (yeast dan bakteri asam asetat) menjadi gula reduksi dan terbentuk asam yang cukup tinggi sehingga walaupun sudah ditambahkan susu kapur untuk mencegah inversi lanjut saat pemasakan tetapi nira kental yang dihasilkan tetap sulit mengkristal. Kadar gula reduksi yang tinggi menyebabkan gula tidak bisa mengkristal dengan baik tetapi akan lengket seperti gulali (Sardjono dan Dahlan, 1988). Selain kadar gula reduksi yang tinggi diduga kadar sukrosa yang ada tidak memenuhi persyaratan untuk terjadinya kristalisasi pada pembuatan gula semut. Menurut Martoyo (1989), HK (kemurnian sukrosa/pol) kritis pada pembuatan gula semut adalah 75-80. Hasil penelitian Sunantyo (2005) membuktikan bahwa nira dengan HK/pol 71,9 sulit untuk diproses menjadi gula semut dan berbentuk gulali. Salah satu cara mengatasi rendahnya kadar sukrosa adalah dengan menambahkan sukrosa (GKP). Dengan menambahkan GKP 20-30%, gula BS (mutu jelek, *below standar*) baru bisa dikristalkan (Nawansih dan Marniza, 2013). Hasil pemasakan nira aren dengan pH >6 dan nira aren pH <6 yang sudah ditambahkan susu kapur disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil pemasakan nira aren dengan pH awal >6 (A) dan pH awal <6 yang ditambahkan susu kapur s/d pH 7 (B)

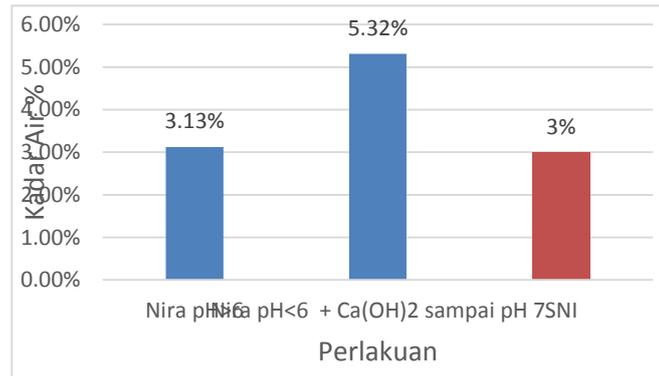
Rendemen Gula Semut. Rendemen gula semut adalah gula semut yang dihasilkan dari pengolahan nira per berat nira kali 100%. Data rendemen gula semut hasil penelitian disajikan pada Gambar 5.



Gambar 4. Rendemen gula semut dari nira pH>6 dan nira pH<6 yang sudah ditambah susu kapur sampai dengan pH 7.

Hasil penelitian menunjukkan rendemen gula semut dari nira aren pH >6 sebesar 8,46% sedangkan rendemen dari nira dengan pH <6 yang sudah ditambahkan susu kapur sampai pH 7 menghasilkan rendemen gula semut sebesar 0%. Hal ini terjadi akibat masakan nira yang lengket dan tidak bisa dikristalkan sama sekali. Diduga penambahan susu kapur pada nira dengan pH <6 hanya dapat mencegah inversi lebih lanjut, namun kerusakan nira sudah terjadi sejak awal yang menyebabkan kandungan gula reduksi cukup tinggi sehingga pada proses pembuatan gula semut tidak dapat mengkristal sama sekali atau lengket seperti gulali. Menurut Baharuddin (2010), inversi sukrosa menyebabkan berkurangnya hasil dan kadar air yang tinggi pada produk akhir dimana inversi sukrosa dapat mengakibatkan rendemen produksi menjadi rendah, gula reduksi tinggi dan kadar air tinggi.

Kadar Air. Kadar air akan mempengaruhi umur simpan produk gula semut. Semakin kecil kadar air gula semut maka umur simpan akan semakin panjang. Kadar air gula semut pada penelitian disajikan pada Gambar 5.

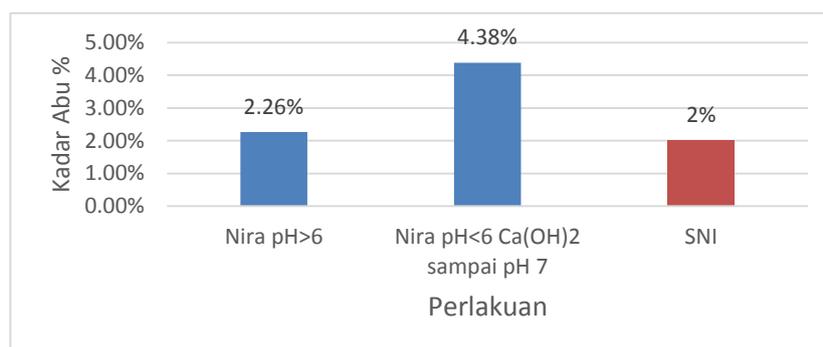


Gambar 5. Kadar air gula semut dari nira dengan pH >6 dan nira pH <6 yang ditambah susu kapur sampai dengan pH 7.

Gula semut yang dihasilkan dari nira aren pH >6 mempunyai kadar air sebesar 3,125 % sedangkan gula yang dihasilkan dari nira dengan pH <6 yang sudah ditambahkan susu kapur sampai pH 7 mempunyai kadar air sebesar 5,315%. Hal ini menunjukkan bahwa nira yang sudah kurang baik (ditandai dengan pH rendah) sudah terjadi kerusakan sukrosa menjadi gula reduksi bahkan sudah asam. Walaupun sudah ditambahkan susu kapur sampai pH \pm 7 sebelum dimasak, gula reduksi yang sudah terbentuk bersifat higroskopis sehingga kristal gula cenderung lengket dan mempunyai kadar air tinggi. Kandungan gula reduksi yang tinggi menyebabkan kadar air menjadi tinggi. Gula reduksi bersifat higroskopis karena mempunyai gugus hidroksil sehingga mudah menyerap air dari lingkungan (Mustaufik dan Dwianti, 2007).

Gula semut yang diharapkan memiliki kadar air rendah (maksimal 3% sesuai SNI 01-3743-1995). Dalam penelitian ini, pengukuran kadar air dilakukan setelah kristalisasi pada alat granulator. Hal ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan alat granulator, gula semut yang dihasilkan sudah cukup kering sehingga dengan pengeringan lanjut dalam waktu tidak lama bisa didapat gula semut dengan kadar air < 3%.

Kadar Abu. Kadar abu merupakan campuran dari komponen mineral yang terdapat dalam bahan pangan. Hasil pengamatan kadar abu gula semut yang dihasilkan pada penelitian disajikan pada Gambar 6.



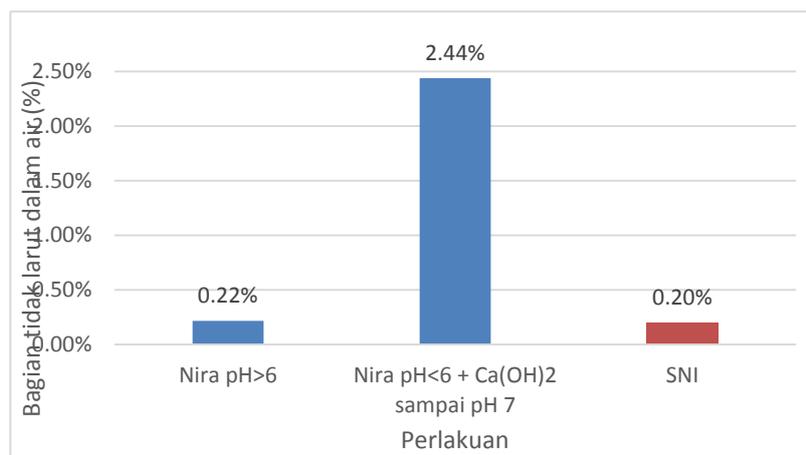
Gambar 6. Kadar abu gula semut yang dihasilkan dari nira dengan pH >6 dan nira dengan pH <6 yang ditambahkan susu kapur sampai dengan pH 7.

Gula semut yang dihasilkan dari nira aren pH >6 mempunyai kadar abu sebesar 2,26% sedangkan gula dari nira dengan pH <6 dengan penambahan susu kapur mempunyai kadar abu sebesar 4,38%. Menurut Soedhono (2010), bahwa kadar abu dalam gula sangat dipengaruhi oleh kandungan mineral di dalam nira maupun dalam proses pembuatannya. Penggunaan pengawet berupa kapur (CaO) termasuk penambahan

mineral (Ca). Nira yang kurang baik ($\text{pH} < 6$) mendapat perlakuan susu kapur 2 kali yaitu sebelum penyadapan dan sebelum dimasak, sehingga menyebabkan kadar abu lebih tinggi.

Pada penelitian ini nilai kadar abu tersebut berada di atas spesifikasi yang ditetapkan menurut SNI 01-3743-1995 yaitu maksimal 2 % atau belum memenuhi syarat SNI. Hal ini diduga secara umum penderes nira menggunakan kapur sebagai pencegah kerusakan nira belum tepat baik cara maupun dosisnya. Umumnya penderes menambahkan kapur dalam bentuk bubuk kapur bukan susu kapur (cairan jernihnya) sehingga menyebabkan kadar abunya tinggi.

Bagian tidak larut dalam air. Bagian tidak larut dalam air merupakan padatan yang tidak bisa larut air atau senyawa bukan gula. Bagian tidak larut gula semut yang dihasilkan dalam penelitian disajikan pada Gambar 7.

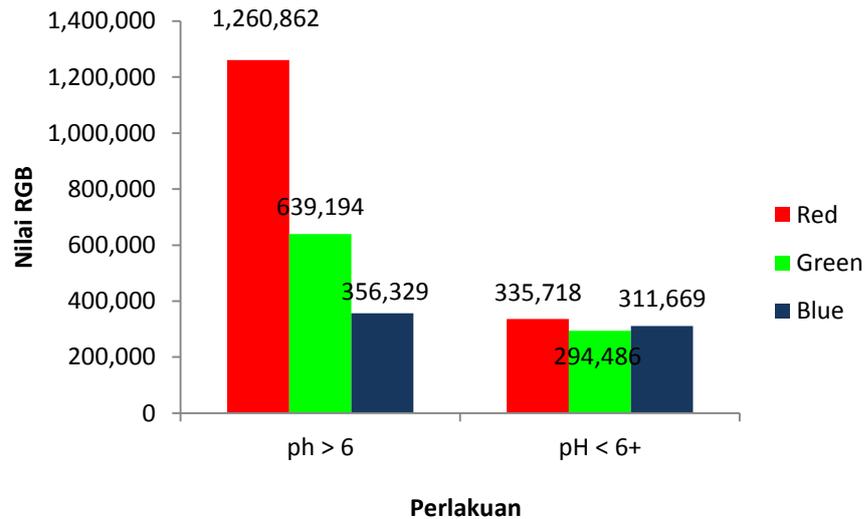


Gambar 7. Bagian tidak larut dalam air dari nira dengan $\text{pH} > 6$ dan nira $\text{pH} < 6$ yang ditambah susu kapur sampai dengan $\text{pH} 7$.

Gula semut yang dihasilkan dari nira aren $\text{pH} > 6$ mempunyai kadar bagian tidak larut dalam air sebesar 0,22% sedikit melebihi persyaratan SNI 01-3743-1995 maksimal 0,2%. Sedangkan gula dari nira dengan $\text{pH} < 6$ yang sudah ditambah susu kapur sampai $\text{pH} 7$ mempunyai kadar bagian tidak larut dalam air sebesar 2,44%. Menurut Marsigit (2005), bagian tidak larut dalam air dalam gula aren terdiri dari protein, karbohidrat polimer tinggi dan lilin. Diduga nira aren yang digunakan pada penelitian ini tidak disaring dengan baik sehingga tidak memenuhi SNI. Gula dari nira yang tidak baik membentuk gulali yang sudah terjadi reaksi fisik dan kimia sehingga padatan tidak larut airnya jauh lebih tinggi dibandingkan dari nira mutu baik.

Analisis Warna Gula Semut.. Warna merupakan ciri utama yang mampu mendeskripsikan suatu objek dengan baik. Pada dasarnya, dalam menangkap cahaya sel kerucut mata manusia dapat dibagi tiga kelompok utama (*primary color of lights*) yaitu merah (*Red*), hijau (*Green*) dan biru (*Blue*). Dengan tujuan untuk mempermudah klarifikasi warna, contohnya warna coklat, merupakan gabungan dari model warna mengandung tiga elemen yaitu merah (*Red*), hijau (*Green*) dan biru (*Blue*) (Ahmad, 2005).

Proses penilaian warna gula semut, dilakukan dengan menganalisis nilai merah (*Red*), hijau (*Green*) dan biru (*Blue*) pada setiap sampel sesuai dengan koordinat yang sama. Agar dapat dianalisis citra RGB. Indeks warna dengan menggunakan aplikasi matlab pada sampel gula semut disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Analisa uji warna Citra RGB .

Berdasarkan gambar nilai indeks warna RGB gula semut pada perlakuan pH >6 memiliki komponen warna merah (*Red*) 1.260.862 yang lebih tinggi dari pada komponen warna hijau (*Green*) 639.194 dan biru (*Blue*) 356.329 sehingga menghasilkan warna kuning kecoklatan, sedangkan gula dari nira pH <6 yang sudah ditambah susu kapur nilai indeks warna RGB memiliki komponen warna merah (*Red*) 335.718, hijau (*Green*) 294.486, dan biru (*Blue*) 311.669 yang saling dominan, sehingga menghasilkan warna lebih gelap yaitu coklat. Hal ini diperkuat dengan foto kedua produk pada Gambar 9.



Gambar 9. Foto gula semut dari nira pH >6 (kiri) dan dari nira pH <6 (kanan)

Hasil analisis warna menggunakan analisis citra digital yang mendominasi adalah warna merah, artinya gula semut yang dihasilkan dari nira aren baik (pH >6) bewarna coklat kekuningan (terang), sedangkan untuk nira aren yang kurang baik (pH <6) warnanya lebih gelap. Menurut Nurlala (2002), bahwa kondisi keasaman nira sangat berperan dalam pembentukan warna gula. Perlakuan penambahan susu kapur menyebabkan pH yang tinggi sehingga akan mempengaruhi warna gula yang menjadi lebih gelap serta rasa menjadi semakin pahit. Menurut Winarno (2004), terdapat hubungan yang cukup kuat antara gula reduksi dan indeks warna dimana semakin tinggi gula reduksi maka semakin tinggi indeks warna (lebih gelap). Selain itu warna coklat gelap diduga karena terjadi karamelisasi. Nira yang telah terfermentasi memiliki kandungan gula pereduksi dan kadar asam yang tinggi sehingga mempercepat karamelisasi.

Optimalisasi Kapasitas Kerja Alat Granulator. Granulator merupakan sebuah alat pengaduk yang mempunyai rotor yang dapat berputar dan alat pemecah berbentuk pisau sebagai pengaduk dimana pisau-pisau tersebut digantung pada suatu piringan. Prinsip utama granulator di

design untuk mengaduk nira kental menjadi gula semut atau mengkristalkan nira kental menjadi gula semut, dengan cara gesekan. Alat granulator yang digunakan mempunyai kapasitas kerja alat antara 2 kg – 4 kg.

Hasil analisis mengenai optimalisasi alat granulator dalam pembuatan gula semut disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Perhitungan Berat Gula Semut

Perlakuan	Lama Waktu Pemasakan	Lama Waktu Penggilingan	Losses Gula kasar (g)	Gula semut kristal (g)	Total Gula (g)
20 L	2'52"	8" 28"	381	1.623	2.004
30 L	3'9"	9"27"	741	2.080	2.821
40 L	3'35"	10" 28"	1.346	2.363	3.709

Tabel 3. Perhitungan rendemen gula dan efisiensi penggilingan.

Perlakuan	Rendemen (%)		Efisiensi Penggilingan
	Gula Semut (%)	Gula (%)	
20L	8,115%	10,022%	80,97%
30L	6,933%	9,405%	73,71%
40L	5,907%	9,275%	63,68%

Nira aren dengan pH >6 langsung dimasak di atas tungku wajan agar nira menjadi kental. Pemasakan dilakukan di lokasi produksi gula semut petani yang berada di area halaman rumah. Nira aren dipanaskan sampai mendidih pada suhu 97-118°C dengan lama waktu pemasakan sekitar 3 jam. Selama pemanasan, nira sesekali diaduk menggunakan sodet kayu, dan buih dibuang. Pemanasan nira dihentikan setelah nira kental, didinginkan sampai dengan suhu \pm 80°C sambil diaduk. Nira kemudian dituangkan pada alat granulator dan alat dihidupkan sampai terbentuk gula semut.

Penentuan selang waktu pengadukan dengan menggunakan alat granulator dilakukan dengan menentukan waktu terbentuknya gumpalan pada gula semut yang dikristalkan. Adapun masing-masing perlakuannya : 20 L, 30 L, dan 40 L. Menurut Adhiyaksa (2013) kinerja mesin dapat dilihat secara teknis maupun ekonomis semakin mendekati angka 1 atau 100% artinya semakin efisien mesin tersebut. Hasil penggilingan dengan menggunakan alat granulator didapatkan hasil yang optimal yaitu pada kapasitas nira aren pada perlakuan 20 L. Nilai efisiensi penggilingan sebesar 80,97% dalam sekali proses, berdasarkan nilai tersebut penggilingan dengan perlakuan nira aren 20 L adalah yang terbaik. Hasil penggilingan pada perlakuan nira aren 20 L memiliki presentasi kehilangan paling rendah yaitu 381g. Dengan penggilingan selama 8 menit 28 detik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa nira aren yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan gula semut adalah yang mutunya baik dengan indikasi pH >6. Gula semut yang dihasilkan mempunyai kadar air sebesar 3,125%, kadar abu sebesar 2,26% dan bagian tidak dapat larut air sebesar 0,215 % (belum memenuhi syarat SNI 01-3743-1995), rendemen sebesar 8,46%, sedangkan kapasitas optimal alat granulator yang digunakan adalah pada

Nawansih, dkk : Optimalisasi Bahan Baku dan Kapasitas Kerja Alat Granulator pada Proses

hasil pemasakan 20 L nira dengan efisiensi penggilingan sebesar 80,97%, waktu penggilingan 8 menit 28 detik. Agar memperoleh hasil yang lebih baik disarankan untuk melakukan pengendalian pH nira aren yang digunakan untuk produksi gula semut dan perlu dilakukan peningkatan dimensi wajan pada alat granulator untuk meningkatkan produktivitas.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhiyaksa H. 2013. Pengeringan Gula Semut Menggunakan Prototipe Pengering Tipe Rak (*Tray Dryer*) .*Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ahmad, U. 2005. Pengolahan Citra Digital dan Teknik Pemogramannya. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Asep, 2016. Pengolahan Gula Semut Komunikasi Pribadi di Lapang. Sumber Agung Kemiling. Lampung.
- Badan Pusat Statistik, 2013. Luas Perkebunan Kelapa Dan Aren Serta Produktivitasnya Di Provinsi Lampung. Badan Pusat Statistik. Bandar Lampung. Lampung.
- Badan Standarisasi Nasional. 1995. Gula Palma SNI 01-3743-1995. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Baharuddin. 2010. Pemanfaatan Nira Aren (*arenga pinnata merr*) Sebagai Bahan Pembuatan Gula Putih Kristal. *Jurnal Perennial*. 3 (2): 40-43
- Balai Penelitian Tanaman Palma. 2010. Gula Kelapa : Produk Industri Hilir Sepanjang Masa. Penerbit Arkola Surabaya. Surabaya.
- Febrianto E. 2011. Studi Kelayakan Pendirian Unit Pengolahan Gula Semut Dengan Pengolahan Sistem *Reprocessing* Pada Skala Industri Menengah. *Proceeding Lokakarya Nasional Pemberdayaan Potensi Keluarga Tani Untuk Pengentasan Kemiskinan*. Blitar.
- Haryanti. 2006. Proses pemasakan nira aren menjadi Gula Semut. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Yogyakarta.
- Issoesetiyo. 2001. Gula Aren, Produk Industri Hilir Sepanjang Masa. Penerbit Arkola Surabaya. Surabaya.
- Marsigit, W. 2005. Penggunaan Bahan Tambahan pada Nira dan Mutu Gula Aren yang dihasilkan di Beberapa Sentra Produksi di Bengkulu. *Jurnal Penelitian UNIB*. Program Studi TIP Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu.
- Martoyo. 1989. Pengawetan Nira Nipah selama Penyadapan. *Prosiding Pertemuan Teknis Budidaya Lahan kering*. P3GI. Pasuruan.
- Mustaufik dan H. Dwiyantri. 2007. Rekayasa Pembuatan Gula Aren kristal yang diperkaya dengan Vitamin A dan Uji Preferensinya kepada Konsumen. Laporan Penelitian Peneliti Muda Dikti Jakarta. Jurusan Teknologi Pertanian Unsoed. Purwokerto.
- Nawansih, Oti dan Marniza. 2013. Kajian Potensi Gula Merah Kelapa BS untuk Produksi Gula Semut. Laporan Penelitian DIPA BLU Universitas Lampung.
- Soedhono. 2010. Kehilangan Gula Sukrosa pada Proses Pembuatan Gula Tebu. <http://www.blogspot.com/glukosa>. diakses 8 Mei 2016.
- Sunantyo. 2005. Pengaruh Pemakaian Bahan Pengawet terhadap Kualitas Hasil Nira Sadapan Kelapa dan Hasil Gula Semut. *Prosiding Seminar Teknologi Pangan* Halaman 384-394.

Nawansih, dkk : Optimalisasi Bahan Baku dan Kapasitas Kerja Alat Granulator pada Proses

Winarno, F. G. 2004. Kimia Pangan dan Gizi. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Zuliana, C. 2016. Pembuatan Gula Semut Kelapa (Kajian pH Gula Kelapa dan Konsentrasi Natrium Bikarbonat). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 4 (1): 109-119. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. FTP Universitas Brawijaya. Malang.