

ANALISIS EFISIENSI PRODUKSI SIRUP GULA KELAPA PADA BERBAGAI JENIS BAHAN BAKU DAN BAHAN BAKAR YANG DIGUNAKAN

Dodyk Pranowo, Susinggih Wijana, Rohmaningtyas

Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian,
Universitas Brawijaya, Malang

ABSTRACT

*The fundamental problems in the development of palm sugar (*Cocos nucifera* L) were high production costs and not practicaly product, hence, required effort to improve the syrup of palm sugar. The aims of this study to obtain the efficient conditions process to make palm sugar syrup from various types of raw materials and fuel used. The research method using a randomized block design (RBD) with 2 factors, the type of fuel (LPG and kerosene) and the type of raw material (sugar palm print and palm sap) and analysis of the effectiveness of the index. The results showed that the production of sugar syrup with palm sugar product and kerosene fuel was the best alternative with an index value of 1.00 and the cost effectiveness of the production of each bottle @ 650 ml at Rp. 11.55,-*

Keywords : *palm sugar syrup, palm sugar product, palm sap, liquid petroleum gas (lpg), karosene*

PENDAHULUAN

Permasalahan mendasar yang dihadapi dalam pengembangan gula kelapa adalah bentuk utamanya gula cetak, produk tersebut kurang praktis dalam penggunaan (sulit dalam penakaran dan sulit larut dalam air), biaya produksi terlalu tinggi dan harga lebih mahal dibandingkan gula pasir dari tebu. Hasil penelitian Kondororik (2003) membuktikan bahwa dilihat dari aspek ekonomi, lebih menguntungkan nira dijual dalam bentuk segar dibandingkan dengan dibuat gula cetak. Diperkuat oleh Daniati (2005) bahwa besarnya komponen biaya bahan bakar dalam produksi gula cetak mencapai 51,07% dari total biaya produksi (Rp. 7.000.000 dari total Rp. 13.980.320), sedangkan bahan baku (nira kelapa) hanya 21,06% (Rp. 4.116.000) untuk sekali proses nira sebanyak 120 perhari.

Sebagai komponen biaya tertinggi, penghematan bahan bakar akan memiliki nilai yang sangat signifikan terhadap penekanan biaya produksi. Salah satu cara untuk menekan biaya bahan bakar adalah dengan menggunakan sistem pengolahan yang konsumsi energinya lebih rendah. Selain untuk menekan biaya produksi, penggunaan sistem pengolahan yang konsumsi energinya lebih rendah juga akan membantu konservasi sumber energi yang ketersediaannya terbatas (Daniati, 2005). Hal tersebut menunjukkan bahwa teknologi produksi gula cetak yang dilakukan oleh perajin/UKM selama ini tidak efisien, sehingga berdampak pada keuntungan yang diperoleh produsen sangat kecil dan harga produk di konsumen relatif mahal sehingga mempersulit pengembangan agroindustri gula kelapa sebagai penyangga gula di wilayah pedesaan.

Salah satu alternatif pengembangannya adalah memperbaiki bentuk produk gula kelapa ke arah sirup gula karena bentuk tersebut mempunyai kelebihan kemudahan dalam mengkonsumsi. Salah satu keunggulan sirup yaitu memiliki daya simpan dalam waktu yang relatif lama. Selain itu, sirup mempunyai kelebihan dalam pemakaiannya, yaitu lebih mudah larut dalam air sehingga praktis untuk dikonsumsi.

Perubahan orientasi produksi gula cetak ke sirup gula dapat mengurangi kebutuhan bahan bakar dan waktu proses menjadi singkat. Untuk mencapai hal tersebut, maka perlu dilakukan penelitian alternatif mengenai efisiensi penggunaan utilitas pada proses pengolahan sirup gula kelapa skala ganda dengan bahan baku yang berbeda yaitu dari nira kelapa dan gula cetak kelapa.

Penelitian ini dilakukan dengan menganalisis efisiensi penggunaan bahan bakar yang berbeda. Bahan bakar yang digunakan yaitu gas elpiji dan minyak tanah. Menurut Gupta dan Ravindranat (1997), dilihat dari aspek fisik, minyak tanah dan elpiji bersifat cair sehingga transportasinya mudah, pengemasannya mudah, dan penjualan sistem eceran pun mudah. Sedangkan dari aspek kimiawi, elpiji jauh lebih mudah terbakar (*inflammable*) dibanding minyak tanah. Berdasarkan pada perbedaan sifat fisika dan kimia (minyak tanah dan elpiji) tersebut, maka perlu dilakukan analisis efektivitas kedua energi tersebut.

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan sirup gula kelapa adalah nira mentah yang didapatkan dari UKM di Blitar dan gula cetak kelapa dari UKM di Donomulyo. Sedangkan bahan pembantu yang digunakan adalah karbon aktif, air, kapas, dan kain saring. Disamping itu, bahan-bahan yang digunakan untuk analisa antara lain pereaksi Anthrone 0,1% dalam asam sulfat pekat, larutan glukosa standar 0,2 mg/ml, larutan glukosa, dan akuades. Sedangkan alat-alat yang digunakan untuk analisa sirup gula kelapa adalah *beaker glass*, pipet volume, *erlenmeyer*, buret, timbangan analitik, labu ukur, refraktometer, dan spektrofotometer

Alat-alat yang digunakan untuk pembuatan sirup gula kelapa skala ganda adalah kompor gas elpiji, kompor minyak tanah, panci kapasitas 25 liter, pengaduk kayu, baskom, takaran air, pisau, kain saring, dan tangki reaktor berpengaduk berkapasitas 50 liter.

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 2 faktor, yaitu faktor jenis bahan bakar yang terdiri dari 2 jenis (gas elpiji dan minyak tanah), dan faktor bahan baku yang terdiri dari 2 jenis (gula cetak dan nira kelapa), masing-masing perlakuan diulang sebanyak dua kali. Jenis bahan baku dan jumlah adsorben yang digunakan merupakan hasil penelitian laboratorium terbaik terdahulu yaitu bahan baku gula cetak kelapa karbon aktif 10% b/v (Okviati, 2009) dan nira kelapa karbon aktif 3% b/v (Monica, 2009).

Pembuatan Sirup Gula Kelapa dari Gula Cetak Skala Ganda

Pembuatan sirup gula kelapa dari gula cetak dilakukan dengan cara sebagai berikut, gula cetak kelapa dianalisa kadar air dan kadar gula terlebih dahulu, kemudian ditimbang seberat 25 kg dan dirajang dengan pisau. Hasil rajangan dilarutkan dalam air dengan volume 12,5 L (2:1 b/v) sambil dipanaskan di atas kompor gas dan diaduk, selanjutnya disaring menggunakan kain saring. Hasil penyaringan dipanaskan kembali sampai suhu 60⁰ C ditambahkan karbon aktif yang dibungkus dengan kapas dan dilapisi kain saring sebanyak 10% (b/v) sambil dipanaskan di tangki berpengaduk. Larutan gula selanjutnya dipanaskan sampai kadar TPT > 56,4%. Sirup gula selanjutnya disaring dan dikemas dalam botol kaca. Sirup yang dihasilkan dianalisis total gula, padatan terlarut, dan uji organoleptik.

Pembuatan Sirup Gula Kelapa dari Nira Kelapa Skala Ganda

Pembuatan sirup gula kelapa dari nira kelapa dilakukan dengan cara sebagai berikut, nira kelapa dianalisa kadar air dan kadar gula terlebih dahulu. Kemudian diukur volume sebanyak 25 liter, selanjutnya disaring menggunakan kain saring dan dipanaskan sampai suhu 60⁰C dan ditambahkan karbon aktif yang telah dibungkus dengan kapas dan dilapisi kain saring sebanyak 3% (b/v) sambil dipanaskan di tangki berpengaduk. Selanjutnya dipanaskan sampai kadar TPT > 56,4%. Hasil evaporasi disaring dengan kain saring dan dikemas dalam botol kaca. Selanjutnya sirup dianalisa total gula, padatan terlarut, dan uji organoleptik.

Perhitungan Kebutuhan Minyak Tanah dan Gas LPG

Berdasarkan data berat jumlah bahan bakar yang diperoleh: Kebutuhan minyak tanah proses pemasakan = berat tabung awal – berat tabung akhir, dimana berat tabung kompor tanpa minyak tanah bernilai tetap. Kebutuhan gas LPG proses pemasakan = berat tabung awal – berat tabung akhir, dimana berat tabung tanpa gas LPG bernilai tetap.

Perhitungan Biaya

Perhitungan biaya dalam produksi sirup gula kelapa ini didasarkan pada biaya per-*batch*, meliputi perhitungan kebutuhan sebagai berikut :

- Perhitungan kebutuhan bahan baku meliputi kebutuhan bahan baku utama, bahan baku pembantu, dan kebutuhan bahan pengemas per *batch*.
- Kebutuhan utilitas meliputi kebutuhan bahan baku dan bahan pembantu, penentuan mesin dan peralatan, kebutuhan air, listrik, dan kebutuhan gas (LPG). Kebutuhan air dihitung dengan cara menakar seluruh pemakaian air pada saat proses produksi, kemudian dikalikan dengan tarif perusahaan air minum yang sudah ada. Kebutuhan listrik dihitung dengan mengalikan daya listrik pada alat dan waktu yang dibutuhkan pada saat proses produksi, sehingga didapatkan utilitas listrik dalam satuan KWH. Kemudian dikalikan dengan tarif listrik sesuai dengan tarif yang telah ditentukan oleh PLN.
- Kebutuhan LPG dihitung dengan menimbang berat awal dan berat akhir tabung sebelum dan sesudah proses produksi dilaksanakan. Kemudian dikalikan dengan tarif LPG per kg. Begitu pula dengan bahan bakar minyak tanah. Kebutuhan minyak tanah dihitung dengan menimbang berat awal dan berat akhir minyak tanah sebelum dan sesudah proses produksi dilaksanakan. Kemudian dikalikan dengan tarif minyak tanah per liter.
- Perhitungan tenaga kerja meliputi tenaga kerja langsung dan pengawas produksi. Total biaya pembuatan sirup didapatkan dari jumlah kebutuhan bahan baku, kebutuhan utilitas, dan biaya tenaga kerja, sehingga didapatkan biaya sirup tiap botol @ 650 ml.

Pemilihan Alternatif Terbaik

Penentuan pemilihan alternatif terbaik untuk semua perlakuan dilakukan berdasarkan hasil uji organoleptik dan perhitungan biaya. Pada pengujian organoleptik produk terbaik dipilih berdasarkan skor tertinggi. Metode yang digunakan adalah metode indeks efektivitas yang dapat dilihat pada Lampiran 3. Sedangkan perhitungan biaya berdasarkan total biaya proses per-*batch*, sehingga didapatkan biaya sirup tiap botol @650 ml.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Bahan Baku

Pada penelitian pendahuluan dilakukan analisa karakteristik bahan baku awal dan analisa penambahan air pada proses pembuatan sirup gula kelapa. Bahan baku yang digunakan yaitu nira kelapa segar dan gula cetak kelapa. Nira kelapa didapatkan dari UKM di Blitar, sedangkan gula cetak didapatkan dari UKM di Donomulyo Malang Selatan. Karakteristik bahan baku sirup gula kelapa dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Bahan Baku Nira Kelapa dan Gula Cetak Kelapa

Parameter	Nilai Bahan Baku	
	Nira Segar	Gula Cetak Kelapa
Kadar Air	71,60%	12,40%
Total Gula	26,88%	86,5%

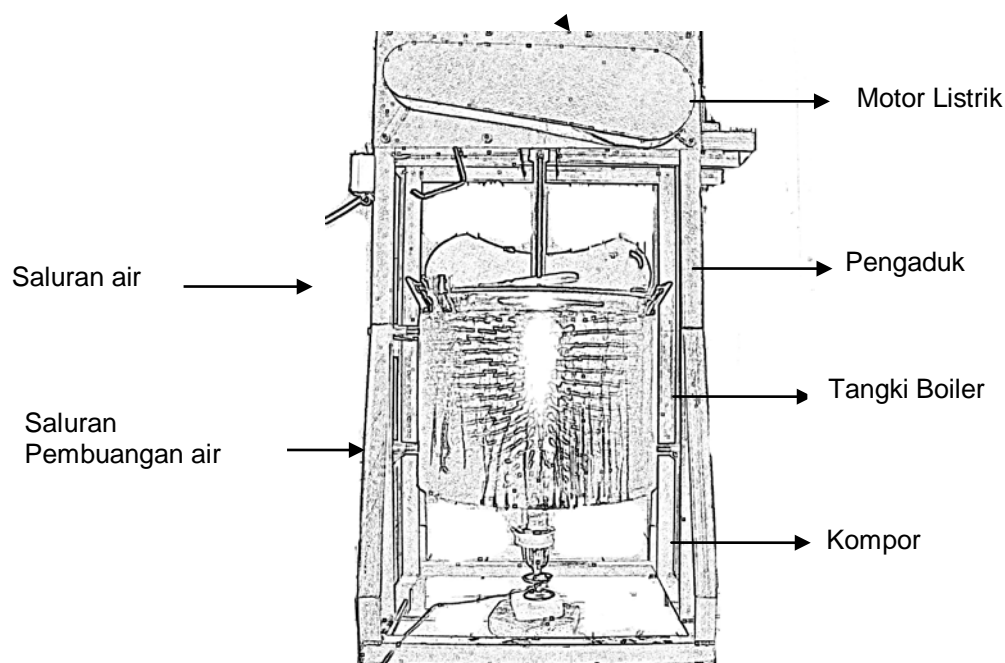
Tabel 1 menunjukkan bahwa kadar air pada nira segar sebesar 71,60% dan pada gula cetak kelapa sebesar 12,40%. Total gula pada nira segar sebesar 26,88% dan

pada gula cetak kelapa sebesar 86,5%. Hal ini menunjukkan bahwa adanya bahan terlarut yang bukan gula (non-gula) yaitu sebesar 1,52% pada nira segar dan 1,55% pada gula cetak. Bahan terlarut non-gula dapat berupa bahan lain seperti debu, potongan-potongan daun, maupun mineral-mineral lain yang terlarut dalam nira kelapa. Menurut Kochergin, *et al.* (2000), dalam nira kelapa mengandung sukrosa, gula invert (glukosa + fruktosa), senyawa nitrogen (asam amino & protein), polisakarida (selulose, hemiselulose, lignin), lipida (lilin, asam lemak), atom-atom (Ca,Fe,Mg,Al) yang terikat pada asam-asam, asam organik dan an-organik, serta zat warna. Sehingga gula cetak yang dihasilkan tanpa proses pemurnian nira akan menghasilkan warna dan aroma yang kurang menarik.

Perbandingan penambahan air pada gula cetak kelapa sebelum proses pemasakan yaitu 2:1 (b/v) atau 25 kg gula cetak dengan air 12,5 L. Hasil analisa didapatkan kadar air gula cetak cair yaitu 60,93% dan kadar gula 37,20%, hal ini menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi air yang ditambahkan maka semakin kecil kandungan kadar gulanya pada proses pengenceran.

Kondisi Pengolahan Sirup Gula Kelapa Kondisi Peralatan

Peralatan pada pengolahan sirup gula kelapa skala ganda memiliki karakteristik yang berbeda dengan alat yang digunakan pada skala laboratorium. Adapun mesin yang digunakan adalah tangki reaktor berpengaduk yang berfungsi sebagai wadah untuk proses adsorpsi yang ditingkatkan kapasitasnya. Gambar penampang tangki reaktor berpengaduk dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Penampang Tangki Reaktor Berpengaduk

Tangki reaktor berpengaduk yang digunakan memiliki kapasitas 50 liter, terbuat dari bahan *stainless steel* serta memiliki mesin pengaduk dengan kecepatan 1300-1500 rpm. Mesin ini juga dilengkapi dengan *control panel* sebagai pengatur suhu dan *boiler*, yaitu panci yang melingkupi bagian luar permukaan tangki. Pada saat proses adsorpsi, *boiler* akan diisi dengan air yang berfungsi sebagai media panas. Hal ini bertujuan agar pemanasan pada tangki reaktor terjadi secara merata. Menurut Moreno (2006) hal penting yang perlu diperhatikan tentang penggandaan skala yaitu, cara yang diusulkan tidak membutuhkan perhitungan yang rumit, menggunakan korelasi, maupun penentuan koefisien dari tipe apapun sehingga membuatnya mudah untuk diwujudkan selama

duplikat dari perlakuan dibawah sistem dapat di jamin. Karena itu, kejadian adsorpsi harus dijamin pada desain parameter yang tetap seperti, 1) karbon aktif digunakan untuk *fixed bed*, 2) kecepatan rendah dari sistem pada waktu penyimpanan harus tetap dijaga. Spesifikasi jenis mesin dan peralatan yang digunakan pada produksi sirup gula kelapa pada skala ganda dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Jenis Mesin Dan Peralatan Produksi Sirup Gula Kelapa Skala Ganda

No.	Jenis Peralatan	Fungsi	Σ	Spesifikasi
1.	Panci kapasitas 50 Liter	- wadah proses pemasakan	1	Bahan aluminium, t=27cm, \varnothing =20cm, tebal=0,1cm
2.	Kompor gas dan tabung gas (LPG)	- memasak sirup - pemanas pada tangki reaktor	2	Bahan besi, ukuran kompor : p=72cm, l=38cm, t=12cm, LPG kapasitas 12 kg
3.	Kompor bertekanan dan tabung minyak tanah	- menghasilkan energi kalor dari api (sebagai medium panas)	2	Bahan tungku, tabung, dan pengaitnya terbuat dari besi. Dimensi ukuran tabung minyak tanah: d= 22 cm, t= 30 cm, kapasitas tabung 15 liter.
4.	Meja produksi	- tempat peralatan produksi	1	Bahan kayu, ukuran 2 m x 4 m
5.	Kursi Produksi	- tempat duduk pekerja	2	Bahan kayu, ukuran 50cm x 46cm
6.	Palu	- menghancurkan gula cetak	1	Bahan besi, ukuran p=30cm, l= 10 cm
7.	Baskom plastik	- wadah untuk gula cetak	2	Bahan plastik, ukuran t=20 cm, \varnothing =34 cm
8.	Tatakan	- alas untuk merajang gula cetak	2	Bahan plastik, ukuran 30 x 15 cm ²
9.	Gelas takar	- untuk menakar air	2	Bahan plastik, kapasitas 1 Liter
10.	Timbangan	- menimbang bahan	1	Bahan besi, kapasitas 3 kg
11.	Pengaduk kayu	- mengaduk sirup	1	Bahan kayu, panjang 50 cm
12.	Tangki reaktor berpengaduk	- wadah adsorpsi	1	Bahan <i>stainless</i> , kapasitas 50 Liter

Proses Pemanasan (Evaporasi)

Evaporasi merupakan pengambilan sebagian uap air yang bertujuan untuk meningkatkan konsentrasi padatan dari suatu bahan makanan cair. Salah satu tujuan lain dari operasi ini adalah untuk mengurangi volume dari suatu produk sampai batas-batas tertentu tanpa menyebabkan kehilangan zat-zat yang mengandung gizi (Valentas, 1991). Pada proses pemanasan dengan bahan baku nira kelapa, jumlah nira yang dimasak yaitu 25 liter. Sedangkan dengan bahan baku gula cetak, jumlah gula cetak yang digunakan yaitu 25 kg yang dimasak terlebih dahulu dengan penambahan air 2:1 (b/v). Hasil proses pemasakan ini dapat dilihat pada Tabel 3.

Lamanya proses pemasakan ini dipengaruhi oleh energi panas yang digunakan. Energi panas pada pengolahan sirup gula kelapa ini diperoleh dari energi panas gas LPG dan minyak tanah. Menurut D'Sa dan Narasimha-Murthy (2005), pindah panas didalam alat penguapan diatur oleh persamaan pindah panas untuk pendidihan bahan cair dan dengan persamaan konveksi serta konduksi. Panas yang dihasilkan dari sumber harus dapat mencapai suhu yang sesuai untuk menguapkan bahan. Umumnya medium pembawa panasnya adalah uap yang diperoleh dari boiler atau dari suatu tahapan penguapan dalam alat penguapan lain. Perputaran bahan cair didalam alat penguapan

merupakan hal yang penting, sebab perputaran mempengaruhi laju pindah panas dan dengan perputaran bahan yang baik akan meningkatkan laju penguapan.

Tabel 3. Hasil Proses Pemasakan Sirup Gula Kelapa

Perlakuan	Lama Pemasakan	Volume Awal	Volume Akhir
Nira kelapa dengan gas LPG	19 jam	25 liter	9,75 liter
Nira kelapa dengan minyak tanah	17 jam	25 liter	9,80 liter
Gula cetak dengan gas LPG	4 jam	32 liter	19,8 liter
Gula cetak dengan minyak tanah	4 jam	32 liter	20,6 liter

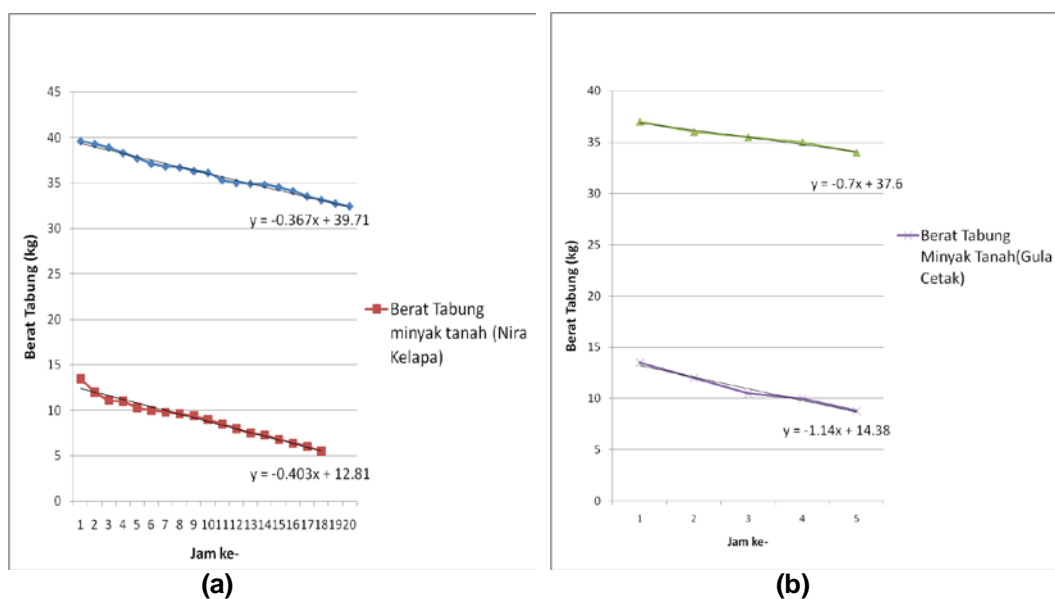
Menurut Gupta dan Ravindranat (1997), nilai kalor bahan bakar minyak tanah dan gas LPG memiliki nilai yang berbeda. Pada bahan bakar minyak tanah, nilai kalor efektif yang dikeluarkan sebesar 42%. Pada bahan bakar gas LPG, nilai kalor efektif yang dikeluarkan lebih besar sebesar 55%. Berbeda dengan hasil penelitian ini, didapatkan perlakuan dengan menggunakan minyak tanah lebih cepat dibandingkan dengan gas LPG. Hal ini disebabkan oleh tekanan yang dihasilkan oleh minyak tanah lebih besar daripada tekanan gas LPG. Tekanan pada minyak tanah mencapai 250 kPa, sedangkan pada gas LPG mencapai 220 kPa. Berdasarkan penelitian Ravindranath (1997), standar kompor minyak tanah bertekanan terdiri dari tabung bahan bakar (yang dapat diberi tekanan dengan pompa tangan), sebuah tungku pemanas dan sebuah besi pengait. Penguapan bahan bakar minyak tanah dibawah tekanan melalui mulut pipa dan bercampur dengan udara yang membentuk sebuah nyala api yang kuat. Untuk memulai proses penguapan harus dipanaskan terlebih dahulu dengan sebuah alkohol atau spirtus untuk dasar nyala api yang terbakar beberapa menit pada tray sebelum proses pemasakan. Temperatur pertama pada alat penguap muncul secara cukup pada minyak tanah yang dapat menguap dengan panas pada nyala pemasakan dan nyala api pada alkohol yang diikuti pemadaman.

Kekuatan tekanan pada tabung minyak tanah melalui alat penguap secara kontinyu dan terkontrol dengan penyetulan klep atau dengan member tekanan yang teratur pada tabung, yang dikontrol untuk menjaga intensitas nyala api, sehingga proses pemasakan dapat berlangsung dengan teratur dan energi minyak tanah yang dikeluarkan. Berbeda dengan kompor LPG yang tekanannya sudah terdapat pada tabung sehingga tidak dilakukan pemberian tekanan lagi dari luar. Hal inilah yang menyebabkan perbedaan lama pemasakan pada sirup gula kelapa.

Kebutuhan Bahan Bakar tiap Proses

Kebutuhan bahan bakar pada proses sirup gula ini dilakukan dengan mengukur berat tabung gas LPG atau minyak tanah tiap jam. Grafik kebutuhan bahan bakar pada proses sirup gula kelapa dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2a menunjukkan bahwa untuk memproduksi sirup gula dengan bahan baku nira kelapa dibutuhkan waktu yang cukup lama (± 18 jam untuk bahan bakar minyak tanah dan ± 19 jam untuk bahan bakar gas LPG) sedangkan pada Gambar 2b, produksi sirup gula kelapahnya membutuhkan waktu ± 5 jam. Selisih berat tabung tiap jam berkisar antara 0,1-0,8 kg, dengan rata-rata selisih berat tiap jam 0,38 kg. Sedangkan jumlah kebutuhan energi dari proses ini sebesar 7,2 kg. Hal ini menunjukkan bahwa energi bahan bakar yang dibutuhkan untuk membuat sirup gula kelapa tiap jam sebesar 5,27% dari jumlah kebutuhan energi.



Gambar 2 Kebutuhan bahan bakar untuk memproduksi sirup pada bahan baku nira kelapa (a) dan gula cetak (b)

Kualitas Produk
Kadar Gula

Hasil pengamatan menunjukkan rerata total gula berkisar antara 54,06% hingga 60,75%. Rerata tertinggi terdapat pada perlakuan bahan baku gula cetak dengan bahan bakar gas LPG, sedangkan rerata terendah pada perlakuan bahan baku nira kelapa dengan bahan bakar minyak tanah. Rerata kadar total gula ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rerata Kadar Total Gula Sirup Gula Kelapa

Jenis bahan baku	Jenis bahan bakar	Kombinasi perlakuan	Rerata Total Gula (%)	Notasi
Gula Cetak	Gas LPG	A ₁ U ₁	60,75	d
Nira Kelapa	Gas LPG	A ₁ U ₂	56,53	b
Gula Cetak	Minyak Tanah	A ₂ U ₁	59,79	c
Nira Kelapa	Minyak Tanah	A ₂ U ₂	54,06	a

Keterangan : notasi dengan huruf yang berbeda menunjukkan ada beda nyata (Uji BNT α = 5%)

Hasil uji anova menunjukkan bahwa jenis bahan baku dan bahan bakar memberikan pengaruh yang nyata (p<0,05). Uji lanjut dengan BNT menunjukkan bahwa perbedaan yang tidak nyata terdapat pada perlakuan nira kelapa dengan gas LPG, nira kelapa dengan minyak tanah, gula cetak dengan minyak tanah, dan gula cetak dengan gas LPG

Total Padatan Terlarut

Total padatan terlarut beberapa sirup yang ada di pasaran berkisar antara 21% - 70%, dan rata-rata 56,4%. Nilai TPT sirup paling banyak pada nilai 70%. Nilai TPT berdasarkan merk sirup dapat dilihat pada Tabel 5.

Berdasarkan Tabel 5, Total Padatan Terlarut untuk sirup yang dipakai sebagai acuan pembuatan sirup gula kelapa adalah 21% - 70%, sehingga sirup gula didasarkan pada analisa TPT sirup komersil dan kadar gula minuman (total gula) sesuai dengan syarat mutu sirup yaitu 55% - 65%. Nilai total padatan terlarut didasarkan pada sirup komersil karena dalam syarat mutu sirup (SII. 0153-77) tidak ditentukan jumlah padatan yang terlarut dalam sirup, sehingga pembuatan sirup gula kelapa untuk nilai total padatan terlarut didasarkan pada sirup yang beredar di pasar agar dapat bersaing dengan sirup komersil tersebut. Hasil pengamatan menunjukkan rerata total padatan terlarut berkisar antara 59,64% hingga

68,70%, sehingga secara keseluruhan TPT sirup gula kelapa yang dihasilkan berada pada kisaran sirup yang terdapat di pasaran.

Tabel 5. Nilai Total Padatan Terlarut beberapa Merk Sirup

No.	Sirup	TPT
1.	Indofood Squash "jeruk"	51%
2.	Kusuma Agrowisata "sirup rasa Cocopandan"	21%
3.	ABC Cream Syrup "Sirup+Susu rasa Rose"	70%
4.	Marjan "Rasa Strawberry"	70%
5.	Leo "rasa Leci"	70%
6.	Hasil Penelitian	59,64% - 68,70%
	Rata-rata	56,4%

Total Biaya Pembuatan Sirup

Total biaya pembuatan sirup gula kelapa dengan bahan baku gula cetak dengan bahan bakar gas LPG sebesar Rp. 358.247,00, sehingga biaya pembuatan tiap botol @650 ml sebesar Rp. 11.600,00. Total biaya pembuatan sirup gula kelapa dengan bahan baku gula cetak dengan bahan bakar minyak tanah sebesar Rp. 368.237,55, sehingga biaya pembuatan tiap botol @650 ml sebesar Rp. 11.550,00. Total biaya pembuatan sirup gula kelapa dengan bahan baku nira kelapa dengan bahan bakar gas LPG sebesar Rp. 190.905,05, sehingga biaya pembuatan tiap botol @650 ml sebesar Rp. 12.750,00. Total biaya pembuatan sirup gula kelapa dengan bahan baku nira kelapa dengan bahan bakar minyak tanah sebesar Rp. 197.005,05, sehingga biaya pembuatan tiap botol @650 ml sebesar Rp. 13.150,00.

Efisiensi Penggunaan Utilitas tiap Perlakuan

Perhitungan efisiensi pada pengolahan sirup gula kelapa ini didasarkan pada perbandingan kebutuhan utilitas dengan total biaya produksi tiap perlakuan per *batch*, perhitungan efisiensi tersebut dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Efisiensi Penggunaan Utilitas tiap Perlakuan

Perlakuan	Jumlah sirup yang dihasilkan (Liter)	Biaya kebutuhan utilitas per batch (Rp)	Biaya total produksi per batch (Rp)	Efisiensi penggunaan utilitas (%)
Nira kelapa dengan gas LPG	9,75 liter	53.155,05	190.905,05	27,8%
Nira kelapa dengan minyak tanah	9,80 liter	59.255,05	197.005,05	30,07%
Gula cetak dengan gas LPG	19,8 liter	26.747,55	358.247,00	7,46%
Gula cetak dengan minyak tanah	20,6 liter	36.737,55	368.237,55	9,97%

Berdasarkan Tabel 6 terlihat bahwa penggunaan utilitas paling besar terdapat pada perlakuan nira kelapa dengan minyak tanah sejumlah 30,07%, terbesar kedua yaitu perlakuan nira kelapa dengan gas LPG sejumlah 27,8%, ketiga yaitu perlakuan gula cetak dengan gas LPG, sedangkan paling rendah penggunaannya terdapat pada perlakuan gula cetak dengan gas LPG sejumlah 7,46%. Semakin besar jumlah penggunaan utilitas, maka semakin banyak jumlah bahan bakar yang digunakan untuk memproduksi sirup gula kelapa.

Pengukuran efisiensi dapat dikembangkan dengan cara membandingkan antara kenyataan biaya yang dipergunakan dengan standar pembiayaan yang telah ditetapkan,

yaitu Gambaran tentang tingkat biaya tertentu yang dapat mengekspresikan berapa besar biaya yang diperlukan untuk dapat menghasilkan sejumlah keluaran tertentu (Anthony dkk, 2002).

Pemilihan Alternatif Terbaik

Pemilihan alternatif terbaik dilakukan untuk membantu menentukan produk mana yang paling baik secara kualitas maupun kuantitas apabila dikembangkan ke arah industri. Cara yang digunakan adalah memilih nilai produk yang tinggi melalui perhitungan indeks efektifitas dengan pengkombinasian data hasil uji kesukaan, biaya dan data hasil dari pembobotan kriteria.

Pembobotan kriteria dilakukan untuk mengetahui kriteria yang utama dan sangat menentukan bagi konsumen untuk membeli produk sirup gula kelapa yaitu dengan cara menentukan nilai tingkat kepentingan dari masing-masing kriteria pada sirup gula kelapa. Adapun hasil pembobotan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pembobotan Kriteria Pada Sirup Gula Kelapa

Panelis	Kriteria				Total
	Warna	Aroma	Rasa	Biaya	
1	4	2	3	1	10
2	1	2	3	4	10
3	1	3	2	4	10
4	4	1	3	2	10
5	1	2	3	4	10
Total	11	10	14	15	50
Bobot	0,22	0,2	0,28	0,3	1

Tabel 7 menunjukkan bahwa antara kriteria warna, aroma dan rasa, rata-rata panelis lebih memilih biaya sebagai kriteria yang paling penting dalam pembobotan kriteria sirup gula kelapa dan ditunjukkan dengan memberikan bobot masing-masing 0,22 untuk warna, 0,2 untuk aroma 0,28 untuk rasa, dan 0,3 untuk biaya. Hal ini dikarenakan bahwa panelis lebih memilih biaya sebagai identitas yang mewakili suatu produk sirup. Ini berarti bahwa panelis akan lebih mempertimbangkan produk sirup dengan biaya yang murah meskipun memiliki warna, rasa, dan aroma yang kurang menarik. Nilai produk pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Tabel 8

Tabel 8. Nilai Produk Berbagai Perlakuan Sirup Gula Kelapa

Bahan Bakar	Bahan Baku	Nilai Produk	Urutan
Gas LPG	Gula Cetak	0.916	2
Gas LPG	Nira Kelapa	0.0533	3
Minyak Tanah	Gula Cetak	1.00	1
Minyak Tanah	Nira Kelapa	0.0599	4

Berdasarkan Tabel 8, diketahui bahwa perlakuan minyak tanah dan gula cetak sebagai alternatif produk yang memiliki nilai produk tertinggi yaitu sebesar 1,00. Alternatif kedua adalah perlakuan gas LPG dan gula cetak yang memiliki nilai produk sebesar 0.916. Alternatif selanjutnya berturut-turut adalah perlakuan gas LPG dan nira kelapa, minyak tanah dan nira kelapa.

KESIMPULAN

Kondisi pengolahan sirup gula kelapa dengan bahan baku nira kelapa dan gula cetak serta bahan bakar gas LPG dan minyak tanah, dilihat berdasarkan kondisi peralatan, proses, dan hasil dari tiap-tiap perlakuan. Kebutuhan bahan bakar pada proses sirup gula dengan bahan baku nira kelapa dan bahan bakar gas LPG yaitu 7,2 kg dengan lama waktu proses \pm 19 jam. Pada proses sirup gula dengan bahan baku nira

kelapa dan bahan bakar minyak tanah yaitu 8 kg dengan lama waktu proses \pm 17 jam. Pada proses sirup gula dengan bahan baku gula cetak dan bahan bakar minyak tanah yaitu 4,7 kg dengan lama waktu proses \pm 4 jam. Pada proses sirup gula dengan bahan baku gula cetak dan bahan bakar gas LPG yaitu 3 kg dengan lama waktu proses \pm 4 jam. Pemilihan alternatif terbaik dengan memilih nilai produk yang tinggi melalui perhitungan indeks efektifitas dan biaya sirup tiap botol paling efisien. Dari kedua kriteria tersebut didapatkan produk yang terbaik yaitu sirup gula dengan bahan baku gula cetak dan bahan bakar minyak tanah. Nilai produknya yaitu 1,00 dan biaya sirup tiap botol @650 ml yaitu Rp. 11.550,00.

DAFTAR PUSTAKA

- Anthony D, 1995. *Ekonometrika Pasar*. Penerbit Erlangga: Jakarta
- Badan Standardisasi Nasional, 1995. SNI 01-3742-1995 : Standar Nasional Indonesia Gula Palma. <http://www.BSI.com>. Diakses tanggal 20 November 2009.
- Daniati, I., 2005. Analisis Ekonomi Pemanfaatan Bahan Bakar pada Proses Pembuatan Gula Kelapa. Skripsi Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Negeri Jember.
- D'Sa A., K.V. Narasimha Murthy. 2005. LPG as a cooking fuel option for India. *Energy for Sustainable Development*. Volume 8, Issue 3, September 2004, Pages 91–106
- Earle, R.L. 1981. *Satuan Operasi Dalam Pengolahan Pangan*. Alih bahasa oleh Zein Nasution. Sinar Huda. Bogor.
- Gupta S., N.H. Ravindranath. 1997. Financial analysis of cooking energy options for India. *Energy Conversion and Management*. Volume 38, Issue 18, December 1997, Pages 1869–1876
- Kondororik, Maikel, 2003. Pembuatan Gula Semut dari Air Sadapan (nira) Nipah (*Nypa fruticans* Wurrmb) di Desa Waroki Kabupaten Nabire. Skripsi Fakultas Kehutanan Universitas Papua.
- Kochergin, V. , Kearney, M. ,Jacob, W. , Velasquez, L. , Alvarez, J. , and Smith, B. (2000). Chromatographic Desugarization Of Syrups In Cane Mills. *Int. Sugar Journal*. vol. 102, no. 1223 : 568-578.
- Monica, Nonkha Ayu 2009. Kajian Proses Adsorpsi Gula Palma Sirup dari Nira Kelapa (Kajian Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Adsorben Yang Ditambahkan). Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya. Malang.
- Okviati, Laily 2009. Analisis Kelayakan Teknik Pengolahan Sirup Gula Kelapa dari Gula Cetak (Kajian Konsentrasi Arang Aktif dan Lama Adsorpsi). Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya. Malang.
- Ravindranath N.H. Energy options for cooking in India. *Energy Policy*. Volume 25, Issue 1, January 1997, Pages 63–75
- Valentas 1991. *Food Processing Operations and Scale Up*. Marcel Dekker, Inc. New York.