

DOI: doi.org/10.21009/0305020203

## NILAI KUAT TEKAN GULA AREN

Rambu Ririnsia Harra Hau<sup>1,2,a)</sup>, Mahardika Prasetya Aji<sup>3,b)</sup>, Sulhadi<sup>3</sup>,  
Salvo Kahumbu Hau<sup>4</sup>, Soleman Dappa Talu<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Prodi Pendidikan Fisika PPS UNNES, Kampus Unnes Bendan Ngisor Semarang 50233

<sup>2</sup>Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Nusa Nipa Maumere 86111

<sup>3</sup>Jurusan Fisika MIPA Universitas Negeri Semarang

<sup>4</sup>SLB Negeri Beru Jl.Teka Eku Kec.Alok Timur Kab.Sikka NTT Indonesia 86111

<sup>5</sup>SMK Negeri I Wewewa Barat Jl.Lintas Weetabula 87254

Email: <sup>a)</sup>hrambu@yahoo.co.id, <sup>b)</sup> mahardika190@gmail.com

### Abstrak

Salah satu potensi daerah yang banyak di jumpai di masyarakat Indonesia yaitu gula merah. Terdapat berbagai jenis gula merah diantaranya gula kelapa, gula semut, gula aren dan lain sebagainya. Hal menarik yang dikaji dalam penelitian ini berkaitan dengan sifat mekanik gula aren yaitu kekuatan tekan dari gula aren. Gula aren ini dibuat dari hasil pemanasan nira aren pada volume 600ml dengan variasi waktu yaitu 26 menit, 27 menit, 28 menit, 29 menit dan 30 menit. Sifat mekanik yang dikaji adalah kuat tekan gula aren. Parameter ini diukur untuk mengetahui ukuran maksimum beban yang dapat diterima gula aren tersebut. Kekuatan tekan terbesar pada gula aren pada waktu pemanasan nira aren 30 menit yaitu: 0.115218MPa. Dari hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan variabel waktu berpengaruh pada sifat mekanik gula aren karena semakin lama waktu pemanasan maka kuat tekan semakin besar. Kuat tekan gula aren yang teramati meningkat dengan waktu yang semakin lama.

**Kata kunci:** nira aren, gula aren, kekuatan tekan, waktu pemanasan

### Abstract

*One potential area that have encountered in Indonesian society is brown sugar. There are various types of sugar including coconut sugar, palm sugar, ants sugar and others. Another interesting thing is examined in this study relates to the mechanical properties of palm sugar that is the compressive strength of the palm sugar. Palm sugar is made from sugar palm sap heating on volume of 600ml with a variation of the time is 26 minutes, 27 minutes, 28 minutes, 29 minutes and 30 minutes. The mechanical properties studied were compressive strength of palm sugar. These parameters were measured to determine the maximum size of an acceptable burden the palm sugar. The compressive strength of the palm sugar palm juice on the heating time 30 minutes, namely: 0.115218MPa. From the research results obtained showing a variable effect on the mechanical properties of palm sugar because the longer the heating time, the greater compressive strength. Palm sugar compressive strength of the observed increasing with time is lengthened.*

**Keywords:** palm concentrate, palm sugar, compressive strength, the heating time

## 1. Pendahuluan

Secara topografi, Indonesia merupakan negara kepulauan dengan lebih dari 17 ribu pulau. Tiap pulau mempunyai karakteristik topografi tersendiri yang berbeda-beda, yang umumnya terdiri dari dataran

rendah, dataran tinggi, perbukitan, dan pegunungan. Sebagian masyarakat Indonesia berusaha memanfaatkan dan mengembangkan apa yang ada di sekitar lingkungannya untuk memenuhi kebutuhan hidupnya sebagai potensi daerah. Salah satu potensi daerah yang banyak di jumpai di masyarakat Indonesia yaitu gula

merah. Gula merah dibuat dari pemanasan nira sampai menjadi pekat. Nira, merupakan cairan yang dikeluarkan dari bunga pohon keluarga palma, seperti kelapa, aren, dan siwalan. Terdapat berbagai jenis gula merah diantaranya gula kelapa, gula semut, gula aren dan lain sebagainya [1].

Dengan melihat banyak tanaman pohon aren yang tumbuh di pulau Jawa, tanaman ini banyak manfaatnya untuk dijadikan potensi daerah. Pada salah satu bagian dari pohon aren yaitu nira aren dimanfaatkan untuk membuat gula. Gula merupakan komoditi strategis karena dikonsumsi oleh seluruh lapisan masyarakat. Pada tahun 2014 kebutuhan gula nasional mencapai 5,700 juta ton [2]. Salah satu jenis gula yang dibutuhkan oleh masyarakat umum adalah gula merah atau biasa yang disebut gula aren. Gula aren merupakan produk hasil olahan nira aren yang memiliki sifat-sifat spesifik atau spasial bukan karena rasa dan nutrisi yang baik, tetapi karena sifat yang tidak dimiliki oleh bahan pangan lain yaitu: bersifat padat disuhu ruangan, raph saat dipatahkan dan meleleh sempurna pada suhu tubuh.

Gula aren sudah dikenal sejak lama masyarakat Indonesia, terutama penduduk pedesaan yang masih menggunakan gula aren sebagai gula konsumsi sehari-hari. Peran gula merah tidak dapat digantikan oleh jenis lain karena memiliki sifat-sifat spesifik dan rasa yang khas yaitu manis, asam dan berbau karamel. Rasa karamel pada gula merah diduga disebabkan adanya reaksi karamelisasi akibat selama pemanasan. Karamelisasi juga menyebabkan timbulnya warna coklat pada gula merah [3]. Gula aren memiliki struktur yang kompleks dan sifat yang dapat dikontrol saat produksi.

Berdasarkan pemaparan diatas salah satu sifat mekanik gula aren yang dikaji adalah kekuatan tekan dari gula aren. Hal ini berkaitan dengan ukuran maksimum suatu bahan dapat menahan beban yang diterimanya. Maka penelitian ini berfokus pada sifat mekanik gula merah aren.

## 2. Metode Penelitian

Bahan utama penelitian ini adalah nira, nira yang digunakan adalah nira yang berasal dari pohon aren yang dikenal dengan nira aren. Peralatan pendukung meliputi cetakan gula aren yang didesain peneliti berbentuk silinder dengan ukuran tingginya adalah dua kali diameter, neraca digital, kompor untuk memanaskan nira menjadi gula aren.

Persiapan penelitian ini diawali dengan pembuatan gula aren. Gula aren dibuat dengan volume nira yang tetap yaitu 600ml dan waktu pemanasan divariasikan dari waktu 26 menit, 27 menit, 28 menit, 29 menit dan 30 menit.

Nira aren dituangkan sambil disaring dengan kasa kawat yang dibuat dari bahan tembaga untuk membersihkan dari kotoran kasar, kemudian dipanaskan di atas kompor. Pemanasan ini diakhiri dengan nira

menjadi kental kemudian diangkat dan dilakukan pengadukan untuk menjadi pekat selanjutnya dimasukan kedalam cetakan. Gula aren yang sudah terbentuk akan diketahui bila nira menjadi pekat, terasa berat ketika mengaduk dan jika dituangkan ke dalam air dingin, cairan pekat ini akan membentuk benang yang tidak putus-putus. Hal ini menunjukkan bahwa adonan diangkat dari kompor dan siap dicetak

Proses pencetakan dilakukan guna memadatkan adonan gula aren dari proses sebelumnya. Gula aren yang sudah dingin dan menjadi keras di keluarkan dari cetakan. Gula aren yang dihasilkan berbentuk silinder dengan berukuran diameternya 3 cm dan tingginya 6 cm. Pengujian sampel dilakukan guna mengetahui sifat mekanik sampel yaitu kekuatan tekan gula aren. Pengujian kuat tekan dilakukan dengan menggunakan alat *compressive strenght*. Gula aren diletakan secara sentris terhadap alat pembebanan dan dijalankan mesin uji sampai gula aren terlihat retak dan hancur. Dibaca dan dicatat data beban. Selanjutnya dapat dilihat gambar 1 untuk alat *compressive strength* dan gambar 2 untuk posisi gula aren pada mesin uji.



Gambar 1. Alat Compressive Strength



Gambar 2. Posisi Gula Aren Pada Mesin Uji

Persamaan yang digunakan untuk menghitung kuat tekan [4]. adalah sebagai berikut,:

$$\sigma_{bk} = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Dengan ,  $\sigma_{bk}$  : kuat tekan gula merah (MPa), P : beban tekan maksimum (N), A : luas penampang bidang tekan (cm<sup>2</sup>)

### 3. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini sampel yang dibuat berjumlah 5 sampel dengan masing – masing sampel volumenya 600ml dan waktu pemanasannya. Variasi waktu pemanasannya yaitu sampel 1 waktu pemanasan 26 menit, sampel 2 waktu pemanasan 27 menit, sampel 3 waktu pemanasan 28 menit, sampel 4 waktu pemanasan 29 menit dan sampel 5 waktu pemanasan 30 menit. Berikut ini gula aren yang dihasilkan dari pemanasan nira aren yang bervariasi pada gambar 3.



**Gambar 3.** Gula aren yang dihasilkan dengan variasi waktu pemanasan nira aren

Gula aren berwarna coklat cerah. Bentuknya ada yang silindris dan ada yang berbentuk batok runcing. Pada gambar 3, peneliti membuat gula aren berbentuk silinder dengan ukuran tingginya 2 kali diameter sesuai dengan benda uji yang diperkenankan oleh alat uji *compressive strenght*. Pada sampel 1 terlihat warna coklat muda diperkirakan pada saat pemanasan buih-buih yang ada dipermukaan nira yang mendidih di buang sehingga gula aren yang dihasilkan tidak terlalu gelap berwarna cerah. Sampel 2 dan sampel 3 terlihat warnanya sedikit kuning tua kecoklatan diperkirakan pada saat pemanasan buih-buih yang ada dipermukaan nira yang mendidih sebagian dibuang sehingga terlihat

sedikit gelap. Sampel 4 terlihat warnanya coklat tua diperkirakan pada saat pemanasan buih-buih yang ada di permukaan nira yang mendidih tidak dibuang dibiarkan saja sehingga terlihat terlalu gelap. Sampel 5 terlihat warna kuning tua kecoklatan diperkirakan pada saat pemanasan buih-buih yang ada dipermukaan nira yang mendidih sebagian tidak dibuang dibiarkan begitu saja sehingga terlihat agak gelap. Jadi pada saat pemanasan buih-buih yang ada dipermukaan nira yang mendidih sangat berpengaruh dengan warna gula arennya. Semakin lama waktu pemanasan nira aren maka semakin tinggi intensitas warna merah pada gula aren.

Pada saat pemanasan nira aren diperkirakan terlihat buih-buih di permukaan nira yang mendidih. Semakin banyak buih-buih yang ada pada permukaan nira aren akan menyebabkan pori-pori pada gula aren yang dihasilkan lebih besar sehingga memungkinkan gula menjadi lebih renyah dan higroskopis. Menurut [5] menyatakan gula aren yang berpori dan renyah pada umumnya mudah menyerap air dari lingkungan. Keadaan tersebutlah yang membuat gula aren mudah meleleh. Apabila semakin sedikit buih-buih yang ada di permukaan nira yang mendidih maka pori-pori pada gula aren yang dihasilkan lebih kecil sehingga memungkinkan struktur gula aren yang padat menjadi relatif tidak higroskopis sehingga tidak mudah meleleh.

Maka semakin lama waktu pemanasan buih-buih pada permukaan nira akan semakin berkurang dan bahkan tidak ada lagi buih-buih sehingga struktur gula aren yang dihasilkan lebih padat menjadi relatif tidak higroskopis sehingga tidak mudah meleleh. Selanjutnya data hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 1 dan tabel 2.

**Tabel 1.** Data hasil penelitian gula aren dengan waktu pemanasan yang bervariasi

Sampel	Berat (kg)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas (A)	Beban Tekan (P)
1.	61.5	3	6	37,68	28.348
2.	67.5	3	6	37,68	34.262
3.	73.5	3	6	37,68	34..364
4.	84.5	3	6	37,68	38.851
5.	86.0	3	6	37,68	44.255

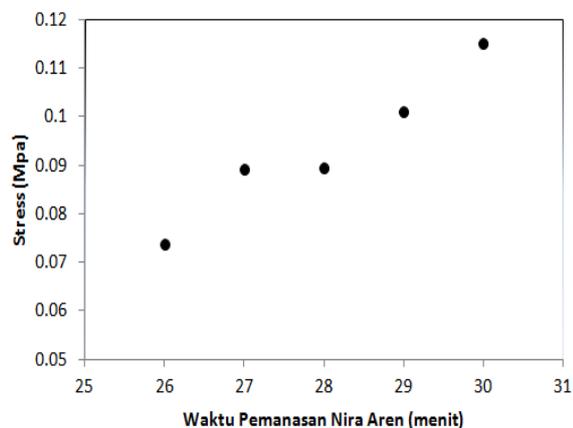
Pada tabel 1, berat gula aren yang dihasilkan dari waktu pemanasan nira aren yang bervariasi diperoleh semakin lama pemanasan nira aren berat gula aren semakin besar. Hal ini terlihat juga pada beban maksimum yang diperoleh dari mesin uji *compressive strenght* untuk kemampuan beban maksimum yang diberikan pada sampel sampai terlihat retak atau hancur yaitu semakin lama waktu pemanasan nira aren, beban tekan yang diberikan semakin besar.

**Tabel 2.** Hasil perhitungan nilai kuat tekan gula aren.

Sampel	Kuat Tekan Gula Merah ( $\sigma_{bk}$ )
1	0.073804
2	0.089201
3	0.089467
4	0.101149
5	0.115218

Pada tabel 2 nilai kuat tekan gula aren diperoleh dengan perhitungan menggunakan persamaan (1) didapatkan semakin lama waktu pemanasan nilai kuat tekan gula aren semakin besar. Uji kuat tekan yang

dilakukan untuk mengestimasi tingkat kekuatan maksimum gula aren dapat menahan beban yang diterimanya. Estimasi dilakukan dengan mengukur stress maksimum yang dimiliki gula aren. Berdasarkan hasil uji kuat tekan untuk gula aren dengan variasi waktu pemanasan diperoleh distribusi nilai stress maksimum seperti ditunjukkan pada gambar 4.



**Gambar 4.** Grafik hubungan stress gula aren dengan variasi waktu pemanasan nira aren.

Grafik pada gambar 4 tersebut menunjukkan hasil yang cukup signifikan, grafik mengalami peningkatan. Gula aren yang dihasilkan dengan waktu pemanasan 30 menit memiliki kekuatan yang paling besar yaitu sebesar 0.115218MPa. Gula aren yang dihasilkan dengan pada waktu pemanasan yang semakin lama maka suhunya semakin meningkat. Oleh sebab itu dapat meningkatkan energi kinetik dan bertambahnya viskositas atau kekentalan sukrosa. Dan partikel itu sendiri memiliki tingkat kekuatan tekan tersendiri sehingga ketika bertambahnya waktu pemanasan akan menghasilkan kekuatan tekan yang besar. Hal ini menyebabkan grafik memiliki perilaku seperti ditunjukkan pada gambar 4.

Karakteristik bahan mesoporous, dan khususnya penentuan distribusi ukuran pori-pori, dari adsorpsi-desorption menjadi subjek yang sangat penting dengan pori-pori dan ikatan pada jaringan material [6]. Pernyataan ini berhubungan dengan waktu pemanasan gula aren yang diestimasi ada distribusi aliran kekuatan yang dimiliki oleh setiap partikel sehingga berpengaruh pada tingkat kekuatan gula aren. Estimasi ini memiliki analogi yang sama dengan distribusi ukuran partikel pada waktu pemanasan berpengaruh pada sifat aliran partikel dari gula aren. Selama produksi, partikel gula aren memiliki ukuran dasar. Jika ukurannya lebih besar, maka saat hasil akhir dari gula aren memiliki rasa yang kasar dimulut dan ukuran partikel yang lebih kecil memiliki rasa yang lembut dimulut.

Tekstur gula aren yang dihasilkan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu kualitas nira, kadar air, kadar lemak serta kandungan pektin dan protein. Nira yang berkualitas baik memiliki kandungan sukrosa yang tinggi sehingga gula aren yang dihasilkan akan memiliki

tekstur yang baik. [7] mengatakan bahwa semakin lama pemanasan akan menghasilkan kadar air yang semakin rendah dan kadar air yang semakin rendah akan menghasilkan tekstur yang lebih keras. Jumlah protein dan pektin yang tinggi akan menyebabkan gula menjadi lebih lembek [8]. Menurut [9] molekul-molekul lemak di dalam gula merah membentuk globula-globula yang menyebar diantara kristal atau butiran gula, sehingga menyebabkan kekerasan gula berkurang sehingga distribusi ukuran partikel pada waktu pemanasan, gula aren yang dihasilkan dengan konsekuensi berpengaruh pada tekstur dan sifat leleh. Distribusi ukuran partikel, kunci penentu perilaku aliran (rheological), mempengaruhi viskositas serta tekstur [9,10,11].

Pada pengujian kekuatan tekan gula aren, deformasi yang terjadi pada bagian sampel dapat diminimalisir oleh partikel. Mekanisme penguatannya yaitu dengan waktu pemanasan, bertambahnya viskositas maka ikatan partikel didalamnya sangat kuat. Semakin meningkatnya waktu pemanasan maka partikel yang ada (sampai pada batasan tertentu partikel masih mampu mengikat antar partikel), maka deformasi yang terjadi akan semakin berkurang, karena beban yang sebelumnya diterima oleh banyaknya partikel penyusun membentuk suatu kepadatan akan diteruskan atau ditanggung juga oleh partikel sebagai penguat. Pada bagian inilah yang menyebabkan pada waktu pemanasan 30 menit dalam penelitian ini mempunyai kekuatan mekanik yang tertinggi, karena tegangan yang diberikan pada spesimen akan terdistribusi secara merata karena beban yang juga ikut disanggah oleh partikel, dan waktu pemanasan ini akan lebih berfungsi sebagai pendistribusi tegangan ikatan antara partikel harus kuat.

Tingginya kadar air yang terkandung pada gula aren dapat disebabkan oleh kondisi nira aren sebagai bahan baku. Hal ini sesuai dengan pendapat [12] bahwa kondisi nira aren yang langsung di olah lebih baik dari nira aren yang telah mengalami proses penyimpanan. Apabila ikatan yang terjadi cukup kuat, maka mekanisme penguatan dapat terjadi. Jika terdapat kandungan air yang berlebihan yang terjebak dalam gula aren maka dapat menimbulkan cacat pada spesimen. Akibatnya beban atau tegangan yang diberikan pada spesimen tidak akan terdistribusi secara merata. Hal inilah yang menyebabkan turunnya kekuatan mekanik pada gula aren

#### 4. Simpulan

Variasi waktu pemanasan berpengaruh pada sifat mekanik gula aren karena berkaitan dengan bertambahnya viskositas pada waktu pemanasan menyebabkan ikatan antar partikel yang sangat kuat dengan adanya perilaku distribusi partikel. Kuat tekan gula aren teramati meningkat dengan lama waktu pemanasan nira aren.

## Daftar Acuan

- [1] Fitria Rahmadiani. 2012. Kenali Jenis-Jenis Si Gula Merah. Detik Food: 06/08/2012 19:49 WIB.
- [2] Administrator. 2013. Dirjenbun : Kebutuhan Gula Nasional Mencapai 5,700 Juta Ton Tahun 2014. 25 Mei 2013.
- [3] Nurlela, E. Kajian Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pembentukan Warna Gula Merah. Skripsi. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 2002.
- [4] SNI 03-1974-1990. Metode Pengujian Kuat Tekan Beton. <http://www.pu.go.id/uploads/services/infopublik20120809160432.pdf>. (Diakses 13 April 2016 Pukul 16.00 wib.)
- [5] Susanto T, dan B. Saneto. Teknologi Hasil Pengolahan Pertanian. Bina Ilmu, Surabaya. 1994.
- [6] Lopez, Vidales A M & Zgrablich G. *Percolation Effects on Adsorption-Desorption Hysteresis*. Langmuir, 16 : 6999-7005. 2000.
- [7] Sudarmadji, S., Haryono, B. dan Suhardi. Analisa Bahan Makanan dan Pertanian. Penerbit Liberty, Yogyakarta. 1989.
- [8] Firmansyah, R.W. Mempelajari Pengaruh Penambahan Bahan Pengawet terhadap Umur Simpan Nira Siwalan (*Borassus flaberrifera* Linn.) serta Mutu Gula Merah, Gula Semut dan Sirup yang Dihasilkan. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor, Bogor. 1992.
- [9] Dyanti. Studi Komparatif Gula Merah Kelapa dan Gula Merah Aren. Skripsi. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor, Bogor. 2002.
- [9] Dari sumber Depkes R.I, Bolenz S, Marco H & Christian L. 2014. *Improving Particle Size Distribution and Flow Properties of Milk Chocolate Produced by Ball Mill and Blending*. 1981.
- [10] Afoakwa, E O, Alistair P, Mark F & Joselio V. *Relationship between Rheological, Textural and Melting Properties of Dark Chocolate as Influenced by Particle Size Distribution and Composition*. European Food Research Technology, 227 : 1215-1223. 2008.
- [11] Diana J, Koushik A K & Douglas S L. *Effect of Barley Flour on The Physical and Sensory Characteristics of Chocolate Chip Cookies*. Journal Food Science Technology, 48 : 569-567. 2011.
- [12] Baharuddin., M. Muin., dan H. Bandaso. Pemanfaatan nira aren (Arenga pinnata Merr.) sebagai bahan pembuatan gula putih kistal. J. Perennial. 3: 40-43. 2007.

