

PENDUGAAN UMUR SIMPAN GULA SEMUT DALAM KEMASAN DENGAN PENDEKATAN ARRHENIUS

Shelf Life Prediction of Palm Sugar on Packaging using Arrhenius Equation

Hary Kurniawan^{1,*}, Nursigit Bintoro², Joko Nugroho WK.²

¹Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pangan & Agroindustri
Universitas Mataram

²Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Gadjah Mada

Email*): harykurniawan@unram.ac.id

Diterima: Januari 2018

Disetujui: Maret 2018

ABSTRACT

The purpose of this research was to determine the shelf life of packaged palm sugar at various temperatures and relative humidity (RH) storage using Arrhenius model based on changes in water content. The palm sugars were packed with 0.675 mm polyethylene packaging and stored at 15, 25, 30 and 35°C at RH of 77% and 98%. Measured parameters included the determination of critical parameters of palm sugar, initial moisture content and critical moisture content of palm sugar, changes in moisture content during storage. The Arrhenius model approach was used in this study to predict the shelf life period of palm sugar. The results showed that the texture was one of palm sugar critical parameters. Initial moisture content and critical moisture content of palm sugar were obtained at 1.51% (db) and 6.80% (db), respectively. Increase in moisture content of palm sugar occurred in various temperature variations and RH storage. The higher the storage temperature, the higher the moisture content of the palm sugar, which was characterized by the greater slope of moisture content relationship graph with respect to storage period at both RH 77% and 98%. The longest duration of palm sugar occurred at 15°C, RH 77%; the shortest duration occurred at 35°C, RH 98%.

Keywords: *palm sugar, packaging, relative humidity, temperature, shelf life*

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan umur simpan gula semut dalam kemasan pada berbagai suhu dan RH penyimpanan menggunakan model Arrhenius berdasarkan perubahan kadar air. Gula semut dikemas menggunakan kemasan polietilen ketebalan 0,675 mm dan disimpan pada suhu 15°C, 25°C, 30°C dan 35°C pada RH 77% dan 98%. Parameter yang diukur antara lain penentuan parameter kritis gula semut, kadar air awal

dan kadar air kritis gula semut, perubahan kadar air selama penyimpanan. Pendekatan model Arrhenius digunakan dalam penelitian ini untuk memprediksi umur simpan gula semut. Hasil menunjukkan bahwa tekstur merupakan salah satu parameter kritis gula semut. Kadar air awal dan kadar air kritis gula semut diperoleh masing-masing 1,51% (db) dan 6,80%(db). Terjadi peningkatan kadar air gula semut pada berbagai variasi suhu dan RH penyimpanan. Semakin tinggi suhu penyimpanan maka kenaikan kadar air gula semut semakin tinggi yang ditandai dengan semakin besar kemiringan grafik hubungan kadar air terhadap waktu penyimpanan baik pada RH 77% dan 98%. Umur simpan gula semut paling lama terjadi pada suhu 15°C RH 77% dan umur simpan gula semut yang paling pendek terjadi pada suhu 35°C RH 98%.

Kata kunci: gula semut, kelembaban relatif, kemasan, temperatur, umur simpan

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Gula semut merupakan salah satu diversifikasi produk gula cetak berbentuk butiran atau serbuk. Gula semut memiliki beberapa keunggulan dibandingkan gula cetak antara lain lebih awet karena kadar airnya rendah, karena berbentuk kristal maka penggunaannya lebih praktis, mudah dalam pengemasan, pengangkutan, dan harganya pun lebih tinggi. (Fahrizal, dkk., 2017). Mustaufik dan Haryanti (2006) menyatakan bahwa gula semut sangat higroskopis karena adanya gula reduksi yang mempunyai gugus hidroksil sehingga mudah menyerap uap air dari udara sekitar, akibatnya gula semut tidak tahan lama.

Kadar air merupakan parameter penting yang menentukan kualitas produk. Adanya perubahan kadar air pada suatu produk pangan akan menimbulkan berbagai kerusakan seperti munculnya jamur dan bakteri, pengerasan, pelunakan maupun penggumpalan terutama pada produk kering. Oleh karena itu kadar air menjadi titik kritis dan memegang peranan penting dalam menentukan karakteristik fisiko-kimia, mikrobiologi, dan organoleptik selama produksi dan penyimpanan (Hutasoit, 2009; Syarief, dkk., 1989).

Upaya untuk memperlambat laju kerusakan akibat kenaikan kadar air dapat dilakukan melalui pengemasan.

Penyimpanan gula semut melalui pengemasan merupakan upaya untuk menghambat penyerapan uap air dari lingkungan oleh gula semut sehingga memperpanjang umur simpannya.

Menurut *The Institute of Food Technologists*, USA, umur simpan produk pangan diartikan sebagai selang waktu antara saat produk tersebut diproduksi hingga saat dikonsumsi dimana produk tersebut masih dalam kondisi yang baik pada penampakan, rasa, tekstur dan nilai gizinya. Namun apabila produk tersebut diterima dalam kondisi tidak memuaskan pada sifat – sifat yang telah disebut di atas, maka dapat dinyatakan sebagai akhir dari masa simpannya atau masa kadaluarsa. Informasi umur simpan produk pangan yang dicantumkan pada kemasan sangat penting karena terkait dengan keamanan produk pangan serta untuk memberikan jaminan mutu pada saat produk sampai ke tangan konsumen (Hutasoit, 2009; Robertson, 2010).

Salah satu metode yang diterapkan dalam menduga umur simpan melalui pengukuran laju penurunan parameter mutu ialah menggunakan model Arrhenius. Model Arrhenius umumnya digunakan untuk menduga umur simpan produk pangan yang sensitif terhadap perubahan suhu. Prinsipnya adalah menyimpan produk pangan pada suhu ekstrim dimana produk pangan menjadi lebih cepat rusak dan umur simpan produk ditentukan berdasarkan ekstrapolasi ke

suhu penyimpanan. Oleh karena itu, umur simpan yang diperoleh merupakan nilai perkiraan yang validitasnya sangat ditentukan oleh model matematika dari hasil percobaan (Hutasoit, 2009).

Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan umur simpan gula semut dalam kemasan pada berbagai suhu dan RH penyimpanan menggunakan model Arrhenius berdasarkan perubahan kadar air

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Gula semut yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari pengrajin gula di Desa Hargetirto, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulonprogo, DIY yang bahan bakunya berasal dari nira kelapa dan dibuat secara tradisional. Kadar air gula semut yang diperoleh dari pengrajin tersebut masih di atas 3% (wb), oleh karena itu gula semut terlebih dulu dikeringkan hingga kadar airnya dibawah 3% sesuai SNI 01-3743-1995. Garam NaCl dan K₂SO₄ diperoleh dari toko BRATACHEM, akuades, *silica gel*, kemasan polietilen. Sementara alat yang digunakan antara lain toples kaca, *plasticware*, oven (MEMMERT tipe UM 400), *Thermohygrorometer* (LUTRON tipe HT 3006A), Mikrometer skrup digital (KRISBOW tipe KW0600085) ketelitian ±0,001 mm, Inkubator (SANYO, MIR 162), *cool storage* (TAKAGI tipe OP-MC III), Timbangan analitik (SHIMADZU tipe AW 220), *sealer*, cawan, penjepit dan spatula.

Metode

Penelitian ini dilakukan melalui dua tahap yaitu penentuan parameter kritis gula semut (warna, tekstur, aroma, rasa dan kesukaan) yang dilakukan melalui uji organoleptik dan pendugaan umur simpan gula semut. Tahapan pendugaan umur simpan yaitu proses penyimpanan produk

dan pengamatan, penentuan ordo reaksi, dan perhitungan umur simpan. Penyimpanan dilakukan untuk mengetahui perubahan kadar air gula semut. Gula semut dikemas menggunakan kemasan polietilen ketebalan 0,675 mm dan disimpan pada suhu 15°C, 25°C, 30°C dan 35°C serta RH 77% dan 98%. Selama 40 hari penyimpanan diamati perubahan kadar airnya.

Selanjutnya penentuan orde reaksi dilakukan dengan plot grafik antara kadar air vs waktu (untuk persamaan orde 0) dan ln kadar air vs waktu (untuk persamaan orde 1). Masing-masing akan diperoleh persamaan regresi linier berbentuk $y = a + bx$ dimana y = nilai karakteristik produk, x = waktu penyimpanan (hari), b = laju perubahan karakteristik (slope = laju penurunan mutu = k), dan a = nilai karakteristik awal produk. Pemilihan orde reaksi untuk suatu parameter dilakukan dengan cara membandingkan koefisien determinasi (R^2) tiap persamaan regresi linear pada suhu yang sama. Orde reaksi dengan nilai R^2 yang lebih besar merupakan orde reaksi yang digunakan oleh parameter tersebut.

Selanjutnya konstanta laju penurunan mutu (k) ditentukan melalui plot hubungan antara ln k dan $1/T(K-1)$ sehingga didapatkan nilai intersep dan slope dari persamaan regresi linier $\ln k = \ln k_0 - (E_a/R)(1/T)$ dimana $\ln k_0$ = intersep, E_a/R = slope, E_a = energi aktivasi, dan R = konstanta gas ideal (1,986 kal/mol). Berdasarkan persamaan tersebut diperoleh nilai konstanta k_0 yang merupakan faktor eksponensial dan nilai energi aktivasi (E_a) reaksi perubahan karakteristik produk, Sehingga konstanta laju penurunan mutu (k) sebagai fungsi suhu ditentukan melalui persamaan berikut:

$$k = k_0 e^{-\frac{E_a}{RT}} \dots\dots\dots 1)$$

Pendugaan umur simpan gula semut dihitung dengan persamaan kinetika reaksi berdasarkan orde reaksinya (Haryati, dkk., 2016):

Persamaan orde 0:

$$t = \frac{(C_t - C_0)}{k} \dots\dots\dots 2)$$

Persamaan orde 1:

$$t = \frac{\ln\left(\frac{C_t}{C_0}\right)}{k} \dots\dots\dots 3)$$

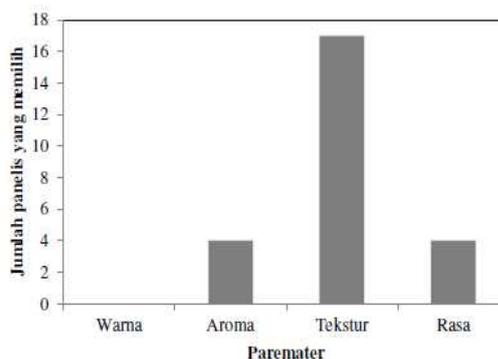
Dimana:

- t : umur simpan produk (hari)
- C₀ : nilai atribut mutu di awal (hari ke-0)
- C_t : nilai atribut mutu di akhir (hari ke-t)
- k : konstanta penurunan mutu

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter Kritis Gula Semut

Penentuan parameter kritis gula semut dilakukan dengan melibatkan sejumlah panelis untuk memilih parameter yang dianggap sebagai parameter kritis kerusakan gula semut seperti warna, rasa, aroma dan tekstur. Berdasarkan hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa panelis memilih tekstur sebagai parameter kritis pada gula semut seperti yang ditunjukkan Gambar 1. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa tekstur gula semut berubah dari remah berbutir menjadi butiran-butiran yang saling merekat dan menggumpal. Menurut Herawaty (2008), tekstur merupakan salah satu kriteria penting dari suatu produk pangan, selain warna, flavor, umur simpan, keamanan, kesehatan, kemudahan, kehalalan, dan harga. Arpah dalam Fitria (2007) menyatakan bahwa kerusakan tekstur selama penyimpanan merupakan reaksi deteriosasi yang umumnya pertama kali terjadi pada produk pangan kering, karena produk ini sangat sensitif dengan perubahan kadar air selama penyimpanan. Dengan demikian, penyebab kerusakan gula semut ditentukan oleh perubahan tekstur akibat adanya perubahan kadar air.



Gambar 1. Parameter kritis gula semut

Kadar Air Awal dan Kadar Air Kritis Gula Semut

Berdasarkan hasil pengukuran diperoleh kadar air awal gula semut sebesar 1,51 % (db) yang berarti telah memenuhi syarat SNI yaitu maksimal 3%.

Kadar air kritis adalah nilai kadar air pada kondisi dimana produk pangan mulai tidak diterima oleh konsumen secara organoleptik. Kadar air kritis gula semut pada penelitian ini ditentukan berdasarkan persamaan regresi linear dari kurva yang menunjukkan hubungan kadar air dan skor kesukaan panelis antara 1 (sangat suka) sampai 7 (sangat tidak suka)

Kadar air kritis gula semut ditetapkan pada skor kesukaan 3 yaitu pada saat panelis menyatakan “agak tidak suka”. Hal ini dikarenakan pada kondisi ini produk dianggap sudah mulai ditolak panelis dan kondisi ini harus diwaspadai untuk meminimalkan risiko kerusakan produk lebih lanjut. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh kadar air kritis gula semut sebesar 6,80% (db).

Perubahan Kadar Air Gula Semut

Kadar air merupakan karakteristik penting pada gula semut. Kadar air pada gula semut akan terus meningkat seiring lama penyimpanan. Meningkatnya kadar air menyebabkan kerusakan pada gula semut yang ditandai dengan penggumpalan. Gambar 2 menunjukkan perubahan kadar air gula semut yang disimpan pada berbagai variasi suhu dan RH. Hasil menunjukkan bahwa gula semut

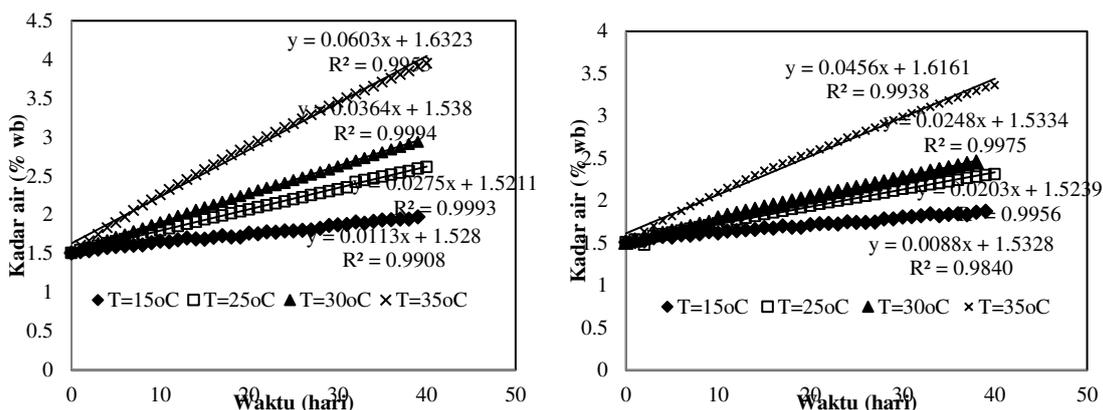
mengalami kenaikan kadar air pada berbagai variasi suhu dan RH penyimpanan. Kadar air gula semut semakin meningkat dengan adanya kenaikan suhu baik pada RH 77% maupun 98% yang ditandai dengan semakin besarnya kemiringan (*slope*) grafik hubungan antara kadar air terhadap waktu penyimpanan. Kenaikan kadar air gula semut terbesar terjadi saat gula semut yang disimpan pada suhu 35°C RH 77% dan pada suhu 35°C RH 98%. Suhu dan RH penyimpanan merupakan faktor yang mengakibatkan kenaikan kadar air. Adanya perbedaan tekanan antara lingkungan dan bahan dalam kemasan membuat uap air melewati kemasan dan diserap oleh bahan dan terjadi kenaikan kadar air. Uap air akan berpindah dari lingkungan ke produk atau sebaliknya sampai tercapai kondisi kesetimbangan. Perpindahan uap air ini terjadi sebagai akibat perbedaan RH lingkungan dan produk, dimana uap air akan berpindah dari RH tinggi ke RH rendah (Bagja, dkk., 2015). Seperti yang dikemukakan oleh Mustaufik dan Haryanti, (2006) bahwa selama penyimpanan, gula semut akan menyerap uap air dari lingkungan yang menyebabkan gula semut menjadi lembab sehingga kehilangan kerenyahan. Naiknya kadar air gula semut selama penyimpanan dapat dipenaruhi oleh permeabilitas kemasan produk terutama terhadap uap air, sifat bahan-bahan yang terdapat pada produk yang higroskopis sehingga cenderung mengadsorpsi uap air dari

udara, dan tingkat kelembaban udara lingkungan terhadap produk.

Penggunaan suhu penyimpanan yang berbeda dapat mempengaruhi sifat permeabilitas bahan kemasan. Semakin tinggi suhu penyimpanan, maka permeabilitas bahan kemasan terhadap uap air akan semakin meningkat. Meningkatnya sifat permeabilitas ini akan membuat semakin banyak uap air dari lingkungan yang melewati bahan kemasan. Semakin tinggi permeabilitas kemasan, semakin besar pula laju difusi yang melewati wadah/bahan pengemas. Sementara sifat produk yang higroskopis akan menyebabkan produk menyerap uap air yang telah melewati bahan kemasan tersebut.

Pendugaan Umur Simpan Gula Semut

Tabel 1 dan 2 menunjukkan persamaan regresi linear parameter kadar air gula semut pada berbagai variasi suhu penyimpanan dan RH. Nilai R^2 orde 0 > R^2 orde 1 sehingga perubahan kadar air selama penyimpanan pada berbagai variasi suhu dan RH mengikuti persamaan orde 0. Dengan demikian pendugaan umur simpan gula semut ditentukan persamaan 3. Umur simpan gula semut pada berbagai suhu dan RH ditunjukkan oleh tabel 3. Semakin tinggi suhu penyimpanan maka umur simpan gula semut semakin pendek. Umur simpan gula semut paling singkat terjadi saat disimpan pada suhu 35°C RH 98% yaitu 26 hari, sedangkan umur simpan paling lama terjadi pada suhu penyimpanan 15°C RH 77%.



Gambar 2. Perubahan kadar air gula semut selama penyimpanan pada berbagai variasi suhu: (a) RH 77%; (b) 98%

Tabel 1. Persamaan regresi linear parameter kadar air gula RH77%

Suhu (T)		Persamaan regresi linier		R ²	
oC	K	Orde 0	Orde 1	Orde 0	Orde 1
15	288	$y = 0.0088x + 1.5328$	$y = 0.0189x + 0.5249$	0.984	0.98
25	298	$y = 0.0203x + 1.5239$	$y = 0.0126x + 0.4462$	0.9956	0.9857
30	303	$y = 0.0248x + 1.5334$	$y = 0.0107x + 0.4359$	0.9975	0.9877
35	308	$y = 0.0456x + 1.6161$	$y = 0.0052x + 0.4302$	0.9938	0.9661

Tabel 2. Persamaan regresi linear parameter kadar air gula RH77%

Suhu (T)		Persamaan regresi linier		R ²	
oC	K	Orde 0	Orde 1	Orde 0	Orde 1
15	288	$y = 0.0113x + 1.528$	$y = 0.0065x + 0.4293$	0.9908	0.9893
25	298	$y = 0.0275x + 1.5211$	$y = 0.0135x + 0.4458$	0.9993	0.994
30	303	$y = 0.0364x + 1.538$	$y = 0.0166x + 0.4676$	0.9994	0.9878
35	308	$y = 0.0603x + 1.6323$	$y = 0.0226x + 0.5575$	0.9953	0.9631

Tabel 3. Umur Simpan Gula Semut

T (°C)	Umur simpan (hari)	
	RH 77%	RH 98%
35	33	26
25	48	38
25	71	57
15	160	132

Berdasarkan Tabel 3, umur simpan gula semut semakin pendek seiring dengan meningkatnya RH penyimpanan, dan semakin panjang seiring rendahnya suhu penyimpanan. RH lingkungan merupakan faktor yang mempengaruhi

umur simpan, karena kondisi lingkungan dengan RH yang tinggi mengindikasikan kandungan uap di udara lebih banyak sehingga akan terjadi penyerapan uap air ke dalam bahan dibandingkan kondisi RH yang lebih rendah. Pada bahan pangan yang bersifat higroskopis, semakin tinggi RH lingkungan penyimpanan, semakin banyak uap air yang diserap oleh bahan pangan sehingga mempercepat kerusakan mutu terutama parameter tekstur.

Meningkatnya kondisi RH penyimpanan menyebabkan semakin besarnya nilai perbedaan tekanan luar dan dalam kemasan. Semakin tinggi RH

lingkungan, semakin besar nilai tekanan di luar kemasan, sehingga perbedaan tekanan luar dan dalam kemasan semakin besar. Sebagai akibatnya, terjadi difusi uap air dari lingkungan melewati kemasan yang mengakibatkan terjadinya perubahan kadar air gula semut. Umur simpan akan semakin singkat karena nilai umur simpan berbanding terbalik dengan perbedaan tekanan luar dan dalam kemasan

KESIMPULAN

Parameter kritis gula semut ditentukan oleh teksturnya yang dipengaruhi oleh kadar air. Kenaikan kadar air mengakibatkan kondisi gula semut menjadi berubah dari remah berbutir menjadi butiran-butiran yang saling merekat dan menggumpal. Hasil pendugaan umur simpan gula semut diperoleh bahwa gula semut yang disimpan pada suhu 15°C RH 77% memiliki umur simpan yang lebih lama yaitu 160 hari, sedangkan umur simpan gula semut paling pendek terjadi pada kondisi penyimpanan suhu 35°C RH 98%..

DAFTAR PUSTAKA

- Bagja, Jodi S., Yuwono, Sudarminto, S., & Widyaningtyas, D. 2015. Pendugaan Umur Simpan Tepung Bumbu Ayam Goreng Menggunakan Metode Accelerated Shelf Life Testing Dengan Pendekatan Arrhenius. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, Vol. 3 (4): 1627-1636.
- Haryati, Estiasi, T., Heppy, F., Ahmadi, Kgs. 2016. Pendugaan Umur Simpan Menggunakan Metode Accelerated Shelf-Life Testing (ASLT) Dengan Pendekatan Arrhenius Pada Produk Tape Ketan Hitam Khas Mojokerto Hasil Sterilisasi. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* Vol. 3 (1): 156-165.
- Fahrizal, Nggandung, Y., & Kartiwan. 2017. Optimasi Produksi Gula Cetak dan Gula Semut Lontar Terintegrasi Dengan Metode Linear Programming. Seminar Nasional Hasil Penelitian (SNHP)-Vii Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas PGRI Semarang: 505 – 510.
- Fitria, M. 2007. Pendugaan Umur Simpan Produk Biskuit dengan Metode Akselerasi Berdasarkan Pendekatan Kadar Air Kritis. Skripsi. Departemen ilmu dan teknologi pangan. FTP. IPB. Bogor
- Herawaty, H. 2008. Penentuan Umur Simpan Pada Produk Pangan. *Jurnal Litbang Pertanian*, Vol. 27 (4): 124 – 130.
- Hutasoit, N. 2009. Penentuan Umur Simpan Fish Snack (Produk Ekstrusi) Menggunakan Metode Akselerasi Dengan Pendekatan Kadar Air Kritis Dan Metode Konvensional. Skripsi. Teknologi Hasil Perairan. IPB. Bogor
- Mustaufik & Haryanti, P. 2006. Evaluasi Mutu Gula Kelapa Kristal Beriodium Yang Dibuat Dengan Teknik Fortifikasi Dan Jenis Bahan Baku Yang Berbeda. Jurusan Teknologi Pertanian. Unsoed. Jawa Tengah.
- Robertson, Gordon L. 2010. Food Packaging and Shelf Life A Practical Guide. CRC Press. USA