

## PENGUNAAN KEMASAN PLASTIK POLIETILEN *BIODEGRADABLE* TERHADAP PENDUGAAN UMUR SIMPAN GULA KELAPA PADA SUHU RUANG

*[The Use of Biodegradable Polyethylene Plastic on The Shelf Life of Palm Sugar]*

Nurfauziah Hadiati<sup>1)</sup>, Titi Rohmayanti<sup>1)</sup>, Aminullah<sup>1)\*</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Ilmu Pangan Halal, Universitas Djuanda

\*Penulis Korespondensi, Email: aminullah@unida.ac.id

Diterima 02 Oktober 2022/Disetujui 16 Desember 2022

### ABSTRACT

Palm sugar is a group of brown sugar in the form of block or granule that can be packaged using polyethylene plastik. This study aimed to determine the shelf life of blocked and granulated palm sugar stored in conventional and biodegradable polyethylene plastik packaging. This study consisted of two main stages: preparation and shelf-life testing using the accelerated shelf-life testing method with a critical moisture content approach. The parameters included the sample's initial moisture content, dry weight, critical moisture content, packaging area, and packaging permeability before determine the shelf-life of palm sugar products. Statistical analysis showed that palm sugar stored in biodegradable polyethylene packaging and granulated palm sugar had a longer shelf life than palm sugar stored in conventional polyethylene. Granulated palm sugar packaged in *biodegradable* polyethylene plastik has the most extended shelf life, 1192 days, while blocked palm sugar in conventional polyethylene packaging has the shortest shelf life, 366 days.

**Keywords:** *biodegradable* plastic, critical moisture content, palm sugar, polyethylene, shelf life.

### ABSTRAK

Gula kelapa merupakan golongan gula merah atau palma berbentuk cetak atau granula yang dapat dikemas menggunakan plastik polietilen. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan umur simpan gula kelapa cetak dan granula yang disimpan dalam kemasan plastik polietilen konvensional dan *biodegradable*. Penelitian ini terdiri dari dua tahapan utama, yaitu tahap preparasi dan pengujian umur simpan menggunakan metode *accelerated shelf-life testing* dengan pendekatan kadar air kritis. Parameter yang diuji meliputi kadar air awal sampel, bobot kering sampel, kadar air kritis sampel, luas kemasan, dan permeabilitas kemasan sebelum menentukan umur simpan produk gula kelapa. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa gula kelapa yang disimpan dalam kemasan polietilen *biodegradable* dan jenis gula kelapa granula memiliki umur simpan yang lebih lama dibandingkan gula kelapa yang disimpan dalam polietilen konvensional. Gula kelapa granula yang dikemas dalam plastik PE *biodegradable* memiliki umur simpan yang paling lama, yaitu selama 1192 hari, sedangkan gula kelapa cetak dalam kemasan polietilen konvensional memiliki umur simpan yang paling pendek, yaitu 366 hari.

**Kata kunci:** gula kelapa, kadar air kritis, plastik *biodegradable*, polietilen, umur simpan.

### PENDAHULUAN

Gula kelapa memiliki karakteristik sensori warna coklat muda, coklat atau kecoklatan, aroma karamel dan manis, serta rasa yang manis (Wrage et al., 2019). Gula kelapa umumnya memiliki dua bentuk yaitu cetak dan butiran/granula. Proses pembuatan kedua jenis gula kelapa ini umumnya sama, prinsip dari proses pembuatan gula melalui dua tahap utama yaitu penguapan air dan solidifikasi (Naufalin, et al. 2013). Keunggulan gula kelapa granula dibanding gula kelapa cetak diantaranya adalah lebih tahan lama disebabkan kadar airnya lebih rendah, lebih

praktis karena berbentuk kristal, dalam segi pengemasan dan pengangkutan lebih mudah, namun memiliki harga yang lebih tinggi (Kurniawan, 2020). Menurut Chattopadhyay et al. (2014), salah satu sifat gula kelapa yaitu sifat higroskopis, sehingga tekstur gula kelapa mudah menjadi lembek. Selain itu, Sustriawan et al. (2021) menyebutkan bahwa karakteristik higroskopis gula kelapa karena adanya gula pereduksi yang mempunyai gugus hidroksil sehingga menyebabkan mudahnya uap air dari udara sekitar diserap oleh gula kelapa. Oleh karena itu, dibutuhkan kemasan dengan karakteristik tertentu untuk menjaga migrasi air

yang dapat terjadi ke produk gula kelapa. Plastik polietilen (PE) dapat dijadikan sebagai salah satu bahan pengemas gula kelapa. Menurut Ritonga et al. (2020) berdasarkan pendekatan kadar air kritis, diperoleh umur simpan gula kelapa granula menggunakan plastik PE pada kelembaban relatif/*relative humidity* (RH) 60% adalah 18 bulan. Menurut Nugraheni (2018), polietilen adalah film lunak dan fleksibel dengan penampakan yang transparan, kemasan PE juga memiliki kekuatan benturan dan sobek yang baik. Kemasan PE dapat digunakan untuk mengemas buah – buahan, sayuran segar, roti serta produk pangan beku dan tekstil. Akan tetapi, penggunaan plastik konvensional ini memiliki isu terkait lingkungan.

Penggunaan plastik yang semakin meningkat, dapat menyebabkan terjadinya penumpukan sampah plastik. Sampah plastik akan berdampak terhadap pencemaran lingkungan dan bahan yang dikemas, diantaranya memerlukan waktu yang lama dalam proses pengurainya (Utami et al., 2014), memiliki potensi migrasi bahan plastik terhadap bahan yang dikemas seperti BPA dan ftalat yang dapat mencemari bahan pangan yang dikemas (Le et al., 2008). Panas yang berasal dari makanan atau minuman yang dikemas dapat mengakibatkan pelepasan bahan aditif plastik ke dalam makanan atau minuman tersebut (Girsang et al., 2020). Menurut Hakim (2019) produksi sampah plastik dunia sudah mencapai angka 381 juta ton pada tahun 2015. Akibat masalah tersebut saat ini banyak dilakukan penelitian mengenai plastik *biodegradable* untuk dapat dijadikan alternatif sebagai bahan yang bisa digunakan namun masih ramah lingkungan. Menurut Purnavita & Utami (2018), plastik *biodegradable* merupakan plastik yang mudah terdegradasi atau terurai pada kondisi dan waktu tertentu yang dipengaruhi mikroorganisme.

Jenis plastik *biodegradable* yang ada di pasaran saat ini salah satunya adalah jenis *oxo-biodegradable* plastik (OBP). Menurut Patel et al. (2011) OBP dapat dibuat dari polyolefins seperti polietilen (PE), polipropilen (PP) dan polystyrene (PS) dengan penambahan unsur senyawa transisi (besi, mangan, kobalt dan

nikel, yang biasa digunakan). Jenis plastik ini memiliki karakteristik sama dengan poliolefin konvensional karena penambahan katalis dalam jumlah yang sedikit. Plastik *biodegradable* dapat digunakan untuk barang sekali pakai, seperti kemasan dan peralatan catering. Penelitian plastik *biodegradable* di Indonesia masih terus dilakukan oleh para peneliti di Indonesia, beberapa industri di wilayah Jabotabek telah memasarkan produk plastik yang diklaim sebagai *biodegradable* (Winursito, 2013). Terdapat penelitian tentang pengemasan dengan menggunakan plastik *biodegradable* seperti pada pengemasan tomat oleh Iflah et al. (2012) yang menunjukkan bahwa pengemasan dengan plastic *biodegradable* mampu memperpanjang umur simpan tomat yang dikemas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari jenis gula kelapa dan jenis plastik PE yang digunakan sebagai kemasan terhadap pendugaan masa simpan gula kelapa dengan metode *Accelerated Shelf-Life Testing* (ASLT) pendekatan kadar air kritis.

## BAHAN DAN METODE

### Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan adalah desikator, neraca analitik merk Boeco (Jerman), oven merk Memmert (Jerman), *score sheet*, panelis, penggaris, mikrometer merk Prohex (Jerman),  $a_w$  meter merk Rotronic (UK), spatula, *thermohygrometer* merk HTC-1 (China). Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah gula kelapa cetak (tanpa merk), gula kelapa granula (tanpa merk), plastik PE, plastik PE *biodegradable* jenis *oxo-biodegradable* plastik brand biokips (*Polyethylene TGR added*), aquadest dan kalium klorida (Merck).

### Metode Penelitian

Penelitian ini dibagi dalam beberapa tahap yaitu tahap preparasi dan pengujian umur simpan menggunakan metode ASLT dengan pendekatan kadar air kritis. Menurut Labuza (1984), untuk menentukan umur simpan perlu diketahui nilai dari parameter kadar air awal, bobot kering produk awal, kadar air kritis, kadar air kesetimbangan, slope kurva

sorpsi isotermis air, dan permeabilitas kemasan.

### 1. Tahap Preparasi

Tahap preparasi dilakukan dengan mengemas gula kelapa cetak dan gula kelapa granula yang didapatkan dari Pasar Bogor di Kota Bogor ke dalam kemasan plastik PE konvensional dan PE *biodegradable*. Gula kelapa berbentuk cetak langsung dipindahkan ke dalam plastik PE konvensional dan *biodegradable*, masing – masing dibuat 30 kemasan. Sementara gula kelapa granula ditimbang sebanyak 50 gram kedalam plastik konvensional dan plastik *biodegradable*. Kemudian gula kelapa cetak dan granula di simpan di ruangan bersuhu 28°C dan RH 70%.

## 2. Prosedur Analisis Pengujian Umur Simpan

### 2.1. Kadar Air Awal (Mi)

Pengujian kadar air awal dilakukan menggunakan sampel yang baru diproses dan berasal dari kemasan yang masih tertutup rapat. Pengujian kadar air berdasarkan metode SNI 01-2891-1992 butir 5.1 metode oven. Sampel gula kelapa cetak dan granula ditimbang sebanyak 1 gram – 2 gram pada botol timbang bertutup yang sudah diketahui bobotnya. Sampel dikeringkan pada oven pada suhu 105°C selama 3 jam. Kemudian sampel didinginkan dalam desikator, ditimbang hingga diperoleh bobot tetap. Dilakukan perhitungan kadar air dengan rumus berikut:

$$\text{Kadar air} = \frac{W}{W1} + 100\%$$

di mana  $W$  adalah bobot sampel sebelum dikeringkan dalam gram, dan  $W1$  adalah kehilangan bobot setelah dikeringkan dalam gram.

### 2.2. Bobot Kering Sampel ( $W_s$ )

Dilakukan penimbangan sampel sebanyak 10 kemasan. Bobot kering sampel ( $W_s$ ), diperoleh dari rata – rata penimbangan 10 kemasan gula kelapa cetak dan gula kelapa granula yang dikemas dalam plastik PE konvensional dan *biodegradable*. Nilai rata – rata penimbangan di hitung bobot kering sampel dengan melakukan pengurangan terhadap bobot basah sampel.

$$W_s = W - (W \times M_i)$$

di mana  $W$  adalah bobot rata – rata sampel (g), dan  $M_i$  adalah kadar air awal bobot basah (g/g).

### 2.3. Kadar Air Kritis (Mc)

Kadar air kritis ditentukan dengan cara menyimpan produk pada RH 95% (pada desikator yang berisi air) dan dilakukan pengujian organoleptik dengan menggunakan 8 panelis terlatih. Sebanyak  $2 \pm 0,0100$  gram gula kelapa cetak dan granula ditimbang ke dalam cawan petri (tanpa tutup) yang telah diketahui bobotnya, kemudian disimpan dalam desikator yang diisi air pada bagian bawahnya. Selanjutnya, gula kelapa cetak dan granula ditimbang setiap 5-10 menit sambil dilakukan pengujian organoleptik. Pengujian dilakukan sampai gula kelapa mulai mengalami perubahan organoleptik. Skor yang diberikan terdapat rentang dari 5 dengan kualitas organoleptik dikategorikan sangat baik hingga 1 dengan kualitas organoleptik yang sudah sangat menurun, proses organoleptik dihentikan setelah sampel memperoleh skor 2, sebagai skor penolakan. Skor untuk parameter warna adalah 5 = Normal/sama dengan standar; 4 = Normal/sedikit berbeda dari standar; 3 = Warna sedikit gelap; 2 = Warna berubah gelap; dan 1 = Warna sangat gelap. Sedangkan skor untuk parameter tekstur adalah 5 = Tidak menggumpal/keras, kering, tidak berair; 4 = Tidak menggumpal/keras, cukup kering, tidak berair; 3 = Tidak menggumpal/keras, agak kering, sedikit berair; 2 = sedikit menggumpal/sedikit lembek, kurang kering, berair; dan 1 = Menggumpal/lembek, lengket, berair. Kadar air kritis adalah nilai kadar air yang diperoleh ketika sampel mulai berubah secara organoleptik (mulai melempem). Dilakukan perhitungan kadar menggunakan rumus :

$$M_c = \frac{(\text{bobot sampel akhir} + \text{bobot kadar air awal sampel})}{\text{bobot awal sampel kering}} \times 100\%$$

### 2.4. Permeabilitas Kemasan (k/x)

Pengujian permeabilitas kemasan dilakukan dengan cara kemasan produk diisi dengan silika gel sebanyak  $2 \pm 0,0100$  gram, kemudian di seal hingga rapat. Kemasan berisi silika gel dimasukkan ke dalam desikator berisi

garam jenuh KCl lalu ditimbang secara berkala hingga diperoleh bobot konstan. Selanjutnya dibuat kurva hubungan antara waktu (sumbu x) dan bobot (sumbu y) lalu dibuat persamaan regresi linier  $y=ax+b$  dimana  $y$  = bobot,  $a$  = slope,  $x$  = waktu,  $b$  = intercept. Nilai permeabilitas kemasan dihitung menggunakan rumus:

$$\frac{k}{x} = \frac{\frac{a \times l}{A \times ((RH \times Po) - (a_w \times Po))}}{l}$$

di mana  $a$  adalah slope,  $l$  adalah tebal kemasan (m),  $A$  adalah luas kemasan ( $m^2$ ),  $RH$  adalah relative humidity,  $Po$  adalah tekanan jenuh uap air pada suhu pengujian (mmHg), dan  $a_w$  adalah aktivitas air/ *water activity*

### 2.5. Aktivitas Air ( $a_w$ )

Nilai  $a_w$  diperoleh dengan cara mengukur nilai  $a_w$  sampel menggunakan  $a_w$  meter.

### 2.6. Umur Simpan Gula Kelapa

Umur simpan gula kelapa cetak dan granula dalam kemasan plastik PE dan plastik PE *biodegradable* dihitung menggunakan persamaan Labuza (1984) dengan pendekatan kadar air kritis, yaitu:

$$ts = \frac{(Mc - Mi)Ws}{\frac{k}{x} \cdot A \cdot (Pox \left(\frac{RH}{100}\right) - Po \cdot Aw)}$$

di mana  $ts$  adalah umur simpan (hari),  $Mi$  adalah kadar air awal (g/100g),  $Mc$  adalah kadar air kritis (g/100g),  $k/x$  adalah permeabilitas kemasan (g H<sub>2</sub>O)/m.m<sup>2</sup>.mmHg/hari),  $A$  adalah luas kemasan ( $m^2$ ),  $Ws$  adalah bobot sampel kering (g),  $Po$  adalah tekanan uap jenuh (mmHg),  $a_w$  adalah aktivitas air, dan  $RH$  adalah *relative humidity*/kelembaban relatif.

### 3. Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial menggunakan 2 faktor yaitu jenis kemasan plastik dan bentuk gula kelapa. Faktor pertama yaitu jenis jenis kemasan terdiri dari dua taraf dan faktor kedua yaitu bentuk gula kelapa terdiri dari dua taraf dengan dua kali ulangan. Model matematika yang digunakan adalah

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Dimana

$Y_{ijk}$  = Pengamatan pada jenis kemasan plastik ke- $i$ , bentuk gula kelapa ke- $j$ , dan ulangan ke- $k$

$\mu$  = Rataan umum

$\alpha_i$  = Pengaruh jenis kemasan plastik ke- $i$

$\beta_j$  = Pengaruh bentuk gula kelapa ke- $j$

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Komponen interaksi antara jenis kemasan plastik  $n$ - $i$  dan bentuk gula kelapa ke- $j$

$\epsilon_{ijk}$  = Pengaruh acak jenis kemasan plastik ke- $i$ , bentuk gula kelapa ke- $j$ , dan ulangan ke- $k$

$I = 1,2$

$J = 1,2$

$K = 1,2$

### 4. Analisis Data

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan program SPSS versi 22 untuk mengetahui pengaruh jenis kemasan plastik PE konvensional dan *biodegradable* terhadap umur simpan gula kelapa cetak dan gula kelapa granula. Uji statistik yang digunakan pada umur simpan gula kelapa cetak dan granula yaitu dengan uji sidik ragam (ANOVA) untuk mengetahui perlakuan yang digunakan dalam penelitian berpengaruh nyata atau tidak. Jika nilai  $p < 0.05$  maka perlakuan dinyatakan berpengaruh nyata terhadap umur simpan gula kelapa. Jika perlakuan berpengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) untuk mengetahui perbedaan pengaruh perlakuan (perlakuan mana yang berbeda nyata).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Permeabilitas Kemasan ( $k/x$ )

Permeabilitas uap air kemasan merupakan kemampuan suatu kemasan dalam menghadang laju uap air pada kondisi suhu dan RH tertentu, nilai permeabilitas uap air dinyatakan apabila semakin kecil permeabilitas uap air kemasan maka daya tembus uap air semakin kecil, begitupun sebaliknya (Wulandari et al., 2013). Permeabilitas kemasan dapat diketahui dengan menghitung nilai *water vapour transmission rate* (WVTR) dengan hasil perkalian tekanan uap air murni ( $Po$ ) pada suhu pemuai dengan nilai RH. Nilai permeabilitas

kemasan PE Konvensional dan PE *Biodegradable*, yaitu 0.0194 dan 0.0115 g/(hari.m<sup>2</sup>.mmHg). Nilai permeabilitas kemasan plastik PE *biodegradable* lebih kecil dibandingkan dengan kemasan plastik PE konvensional. Hal ini menandakan bahwa kemampuan PE *biodegradable* dalam menahan uap air lebih baik dibandingkan dengan PE konvensional. Konsep permeabilitas umumnya memiliki hubungan dengan evaluasi kuantitatif kemampuan tahanan dari material plastik tersebut. Plastik pada kondisi yang baik yakni tidak terdapat bolong atau rusak, mekanisme utama untuk aliran gas dan uap air melalui film atau lapisan adalah difusi aktif. Menurut Johnrencius et al. (2017), nilai permeabilitas yang kecil menunjukkan bahwa kemampuan kemasan sebagai penghalang terhadap uap air lebih baik. Hal ini juga dijelaskan oleh Sembiring & Hidayat (2012) bahwa permeabilitas uap air yang lebih kecil mampu menahan masuknya uap air lebih banyak

dibandingkan permeabilitas uap air yang lebih tinggi. Selain itu, kemasan PE konvensional yang digunakan merupakan jenis plastik *low linear density polyethylene* (LLDPE) dengan ketebalan plastik 0.07 mm dan plastik PE *biodegradable* yang digunakan merupakan jenis PE *oxo-biodegradable* plastik (OBP) dengan ketebalan 0.09 mm. Menurut Saragih et al. (2016) menyampaikan bahwa ketebalan plastik dapat mempengaruhi permeabilitas oksigen, karbon dioksida dan uap air, sehingga ketebalan plastik diperlukan untuk mempertahankan kelembaban udara sekitar produk.

## 2. Kadar Air

Kadar air dapat dinyatakan berdasarkan berat basah (*wet basis*) dan berat kering (*dry basis*) dan merupakan persentase kandungan air suatu bahan. Hasil pengujian kadar air sampel dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kadar Air Awal (Mi)

Perlakuan	Kadar Air Awal (%)
Gula kelapa cetak dalam PE konvensional	5,36±0,02 <sup>a</sup>
Gula kelapa granula dalam PE konvensional	1,96±0,05 <sup>c</sup>
Gula kelapa cetak dalam PE biodegradable	5,23±0,06 <sup>b</sup>
Gula kelapa granula dalam PE biodegradable	1,67±0,01 <sup>d</sup>

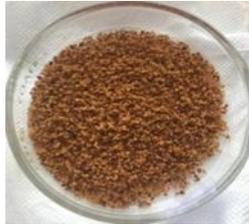
Berdasarkan hasil pengujian kadar air awal pada Tabel 1, sampel gula kelapa cetak yang dikemas menggunakan kemasan PE konvensional dan PE *biodegradable* memiliki kadar air yang lebih tinggi dengan nilai 5,36% dan 5,23% dibandingkan dengan sampel gula kelapa granula, yang memiliki hasil kadar air awal 1,95% dan 1,67% secara signifikan. Kadar air awal sampel gula kelapa cetak dan granula yang dihasilkan masih memenuhi standar kadar air SNI gula palma (BSN, 1995), yaitu untuk gula kelapa cetak maksimal 10% dan gula kelapa granula maksimum 3%. Menurut Kurniawan et al. (2018) Kandungan air pada gula kelapa memiliki kecenderungan terus

mengalami peningkatan seiring dengan lama penyimpanan, sehingga kandungan air pada gula kelapa merupakan salah satu karakteristik yang penting.

## 3. Kadar air kritis

Pengujian kadar air kritis pada sampel gula kelapa cetak dan granula, dilakukan dengan menyimpan sampel pada jumlah tertentu di kondisi sangat lembab dengan RH 95% dan dilakukan pengujian organoleptik oleh 8 panelis terlatih secara berkala sampai mencapai angka penolakan organoleptik. Hasil pengujian kadar air kritis dan kondisi gula kelapa dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kadar Air Kritis (Mc)

Perlakuan	Skor Penolakan Sensori		Kadar Air Kritis pada RH 95 (%)	Visual organoleptik	
	Tekstur	Warna		Sebelum penolakan	Setelah penolakan
Gula kelapa cetak dalam PE konvensional	2,2	3,8	7,53 <sup>a</sup>		
Gula kelapa granula dalam PE konvensional	2,1	2,2	7,84 <sup>b</sup>		
Gula kelapa cetak dalam PE biodegradable	2,3	3,2	7,56 <sup>a</sup>		
Gula kelapa granula dalam PE biodegradable	2,3	2,4	7,48 <sup>a</sup>		

Nilai kadar air kritis berdasarkan hasil pada Tabel 2, sampel gula kelapa cetak dan gula kelapa granula memiliki nilai kadar air kritis yang cenderung sama dan cenderung tidak berbeda nyata yaitu sekitar 7%, yaitu ketika kondisi tekstur gula kelapa menjadi berubah menjadi lebih lembek. Waktu pengujian kadar air kritis ini memiliki hubungan dengan kadar air awal sampel, dimana sampel dengan kadar air awal yang besar memiliki waktu yang lebih cepat untuk mengalami perubahan organoleptik, sementara sampel dengan kadar air awal yang lebih kecil memerlukan waktu yang lebih lama. Gula kelapa memiliki sifat mudah menarik air atau higroskopis sehingga tekstur gula mudah menjadi lembek atau berair (Sulistyaningrum et al., 2015). Menurut

Sustriawan et al. (2021), gula sederhana yang termasuk kedalam golongan gula pereduksi dapat menyebabkan gula menjadi higroskopis karena memiliki gugus polihidroksi yang dapat membentuk ikatan hidrogen dengan air. Selain itu, perubahan organoleptik ini diperjelas oleh gambar visual organoleptik pada Tabel 2 yang menunjukkan perubahan organoleptik yang terjadi yaitu tekstur sebelumnya keras, kering dan tidak berair berubah menjadi sedikit lembek, kurang kering dan berair, sementara warna sampel berubah dari normal menjadi sedikit gelap. Kurniawan (2020) melaporkan bahwa kenaikan kadar air pada gula kelapa semut dapat menurunkan tingkat kecerahan yang berarti warna gula semut menjadi semakin gelap. Selain itu, penurunan tingkat

kecerahan ini dijelaskan terkait dengan reaksi pencoklatan non enzimatis (Kurniawan, 2020).

Waktu penolakan dari sampel gula kelapa yang dikemas dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Waktu Penolakan Organoleptik

Nama	Waktu Penolakan Organoleptik (Menit)		Rerata jenis gula kelapa
	A1 PE konvensional	A2 PE <i>biodegradable</i>	
B1 (Gula Kelapa Cetak)	60 <sup>a</sup>	65 <sup>a</sup>	62.5 <sup>x</sup>
B2 (Gula Kelapa Granula)	110 <sup>a</sup>	120 <sup>b</sup>	115 <sup>y</sup>
Rerata jenis plastik	85 <sup>p</sup>	92.5 <sup>q</sup>	

Keterangan: notasi huruf berbeda pada tabel menunjukkan berbeda nyata pada  $\alpha=0,05$

Tabel 3 menunjukkan bahwa penggunaan plastik PE *biodegradable* sebagai kemasan gula kelapa memiliki waktu penolakan organoleptik lebih lama, yaitu 92,5 menit dibandingkan kemasan PE konvensional. Implikasi dari data ini adalah bahwa plastik PE *biodegradable* lebih mampu menjaga mutu gula kelapa dibandingkan plastik PE konvensional. Selain itu, waktu penolakan yang lebih lama secara organoleptik ini disebabkan oleh nilai permeabilitas kemasan PE *biodegradable* yang lebih rendah dibandingkan dengan PE konvensional, yaitu 0.0115 g/(hari.m<sup>2</sup>.mmHg) berbanding 0.0194 g/(hari.m<sup>2</sup>.mmHg), berturut-turut. Nilai ini terkait kemampuan plastik dalam menahan uap air yang masuk ke dalam kemasan. Sembiring & Hidayat (2012) dan Johnrencius et al. (2017) menjelaskan bahwa nilai permeabilitas yang lebih kecil akan dapat lebih menahan uap air masuk ke dalam kemasan, begitu pula sebaliknya.

Tabel 4. Aktivitas air ( $a_w$ ) dari gula kelapa yang dikemas

Perlakuan	$a_w$
Gula kelapa cetak dalam PE konvensional	0.548
Gula kelapa granula dalam PE konvensional	0.388
Gula kelapa cetak dalam PE <i>biodegradable</i>	0.539
Gula kelapa granula dalam PE <i>biodegradable</i>	0.377

Berdasarkan Tabel 4 hasil pengujian  $a_w$ , sampel gula kelapa cetak yang dikemas menggunakan kemasan PE konvensional dan PE *biodegradable* memiliki nilai  $a_w$  yang lebih besar dibandingkan dengan sampel gula kelapa granula yang dikemas menggunakan kemasan

Sulistyningrum et al. (2015) melaporkan bahwa tekstur gula kelapa sangat dipengaruhi oleh kadar air, di mana semakin besar kadar air maka gula akan semakin lembek.

Selain itu, Tabel 3 juga menunjukkan bahwa jenis gula kelapa granula memiliki waktu penolakan organoleptik (tekstur) yang lebih lama dibandingkan dengan gula kelapa cetak. Hal ini disebabkan kadar air produk yang lebih rendah yaitu 1,67-1,95 % dibandingkan dengan kadar air gula kelapa cetak sebesar 5,23-5,36 %. Kadar air awal pada sampel gula juga dapat mempengaruhi perubahan organoleptik selama pengujian kadar air kritis sampel-

#### 4. Aktivitas air ( $a_w$ )

Pengujian nilai  $a_w$  dilakukan dengan menggunakan  $a_w$  meter dengan tiga kali pembacaan. Data pengukuran nilai  $a_w$  pada gula kelapa dapat dilihat pada Tabel 4.

PE konvensional dan PE *biodegradable*. Nilai  $a_w$  berkaitan dengan nilai kadar air suatu bahan, dimana semakin tinggi nilai kadar air maka nilai  $a_w$  semakin tinggi pula. Nilai  $a_w$  yang tinggi umumnya menyebabkan bahan pangan mudah mengalami kerusakan, baik itu akibat mikroba

ataupun reaksi kimia tertentu seperti oksidasi atau reaksi enzimatik. Menurut Karseno et al. (2013), nilai  $a_w$  berperan penting dalam menentukan tingkat stabilitas dan keawetan pangan. Nilai permeabilitas kemasan yang digunakan dapat mempengaruhi nilai  $a_w$  suatu produk akibat daya serap kemasan terhadap uap air.

#### 5. Umur Simpan Gula Kelapa

Pendugaan umur simpan metode ASLT dengan pendekatan kadar air kritis dilakukan dengan beberapa parameter pendukung seperti permeabilitas kemasan, nilai kadar air awal, kadar air kritis, nilai  $a_w$ , luas kemasan, tekanan uap jenuh, nilai RH dan bobot sampel. Hasil pengujian umur simpan gula kelapa dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Umur Simpan Gula Kelapa

Nama	Umur Simpan (Hari) T : 28°C, RH : 70%		Rataan B
	A1 PE konvensional	A2 PE <i>biodegradable</i>	
B1 (Gula Kelapa Cetak)	366 <sup>a</sup>	655 <sup>c</sup>	511 <sup>x</sup>
B2 (Gula Kelapa Granula)	747 <sup>b</sup>	1192 <sup>d</sup>	970 <sup>y</sup>
Rataan A	557 <sup>p</sup>	924 <sup>q</sup>	

Keterangan : notasi huruf berbeda pada tabel menunjukkan berbeda nyata pada  $\alpha = 0,05$

T : Suhu

RH : *Relative Humidity*

Tabel 5 menunjukkan bahwa gula kelapa cetak memiliki umur simpan yang lebih pendek dibandingkan dengan gula kelapa granula. Menurut Fatriani et al. (2019), gula kelapa granul memiliki beberapa kelebihan dibandingkan gula kelapa cetak diantaranya umur simpan lebih lama (dengan kadar air yang rendah) dan memiliki nilai jual yang lebih baik. Kandungan air pada gula kelapa berbentuk granula lebih kecil dibandingkan dengan yang berbentuk cetak. Kandungan kadar air atau nilai  $a_w$  yang tinggi pada suatu produk cenderung membuat produk mudah rusak, yang dapat disebabkan oleh reaksi kimia tertentu seperti oksidasi dan reaksi enzimatik ataupun akibat pertumbuhan mikroba.

Tabel 5 juga menunjukkan bahwa sampel gula kelapa yang disimpan dalam PE *biodegradable* memiliki umur simpan yang lebih panjang dibandingkan dengan gula kelapa yang disimpan dalam plastik PE konvensional. PE *biodegradable* yang digunakan merupakan jenis plastik *oxo biodegradable* (OBP). Umur simpan sampel yang lebih lama dapat dikaitkan dengan nilai permeabilitas kemasan yang digunakan. PE *biodegradable* yang digunakan

memiliki permeabilitas kemasan yang lebih kecil dibandingkan permeabilitas kemasan PE konvensional sehingga dapat mempertahankan umur simpan produk lebih lama. Menurut Gibas & Richert (2018), permeabilitas kemasan pada polietilen murni lebih tinggi dibandingkan dengan polietilen dengan penambahan katalis untuk mempercepat proses degradasi.

Interaksi antara jenis kemasan dan bentuk gula menunjukkan sampel gula kelapa cetak yang disimpan dalam kemasan PE konvensional menghasilkan nilai umur simpan yang paling singkat yaitu 366 hari, sedangkan sampel gula kelapa granula yang disimpan dalam kemasan PE *biodegradable* memiliki umur simpan yang paling lama, yaitu 1192 hari. Selain itu, dapat dilihat juga bahwa jenis gula lebih berpengaruh terhadap umur simpan dibandingkan penggunaan jenis kemasan plastik PE. Hal ini dapat dilihat bahwa sampel gula kelapa yang disimpan dalam PE konvensional memiliki umur simpan yang lebih Panjang dibandingkan dengan sampel gula kelapa cetak yang disimpan dalam kemasan PE *biodegradable*. Faktor kondisi lingkungan yang mempengaruhi umur simpan meliputi suhu

penyimpanan, kelembaban relatif, serta jenis dan jumlah gas pada lingkungan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pendugaan umur simpan diperoleh umur simpan gula kelapa cetak yang dikemas menggunakan plastik PE konvensional dan PE *biodegradable* masing – masing adalah 366 hari dan 655 hari, sementara gula kelapa granula yang dikemas menggunakan plastik PE konvensional dan PE *biodegradable* masing – masing 747 hari dan 1192 hari. Jenis kemasan PE, bentuk gula kelapa dan interaksi antara gula kelapa dan kemasan PE yang digunakan menghasilkan pendugaan nilai umur simpan yang berbeda. Umur simpan gula kelapa yang dikemas menggunakan plastik PE *biodegradable* memiliki nilai umur simpan yang lebih lama dibandingkan plastik PE konvensional. Sementara nilai umur simpan gula kelapa berbentuk granula memiliki nilai umur simpan yang lebih lama dibandingkan umur simpan gula kelapa cetak. PE konvensional dan PE *biodegradable* yang digunakan memiliki karakteristik plastik sebagai bahan pengemas, dengan permeabilitas kemasan PE *biodegradable* lebih kecil dibandingkan PE konvensional.

## DAFTAR PUSTAKA

- BSN. (1995). *SNI 01-3734-1995 Tentang Gula Palma*. Badan Standardisasi Nasional.
- Chattopadhyay, S., Raychaudhuri, U., & Chakraborty, R. (2014). Artificial sweeteners - A review. *Journal of Food Science and Technology*, 51(4), 611–621. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0571-1>
- Fatriani, Aryati, H., & Yuniarti. (2019). Karakteristik gula semut dari pengaron sebagai pemanis pangan alternatif. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*, 4(1), 34–37. <http://snllb.ulm.ac.id/prosiding/index.php/snllb-lit/article/view/155>
- Gibas, E., & Richert, A. (2018). Selected functional properties of oxo-degradable materials containing antimicrobial substances. *Polish Journal of Chemical Technology*, 20(3), 60–64. <https://doi.org/10.2478/pjct-2018-0039>
- Girsang, T. P., Wijaya, I. M. M., & Gunam, I. B. W. (2020). Deteksi migrasi material pembungkus makanan ke air karena pemanasan. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 8(2), 310–318. <https://doi.org/10.24843/jrma.2020.v08.i02.p15>
- Hakim, M. Z. (2019). Pengelolaan dan pengendalian sampah plastik berwawasan lingkungan. *Amanna Gappa*, 27(2), 111–121.
- Iflah, T., Sutrisno, & Sunarti, T.C. (2012). Pengaruh kemasan starch-based plastics (bioplastik) terhadap mutu tomat dan paprika selama penyimpanan dingin. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 22(3), 189-197.
- Johnrencius, M., Herawati, N., & Johan, V. S. (2017). Pengaruh penggunaan kemasan terhadap mutu kukis sukun. *JOM Faperta*, 4(1), 1–15.
- Karseno, Setyawati, R., & Haryanti, P. (2013). Penggunaan bubuk kulit buah manggis sebagai laru alami nira terhadap karakteristik fisik dan kimia gula kelapa. *Jurnal Pembangunan Pedesaan*, 13(1), 27–38.
- Kurniawan, H. (2020). Pengaruh kadar air terhadap nilai warna cie pada gula semut. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 9(3), 213-221.
- Kurniawan, K., Bintoro, N., & Nurgroko, W. K. J. (2018). Pendugaan umur simpan gula semut dalam kemasan dengan pendekatan arrhenius. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 6(1), 93-99.

- Le, H. H., Carlson, E. M., Chua, J. P., & Belcher, S. M. (2008). Bisphenol A is released from polycarbonate drinking bottles and mimics the neurotoxic actions of estrogen in developing cerebellar neurons. *Toxicology Letter*, *176*(2), 149–156.
- Naufalin, R., Yanto, T., & Sulistyningrung, A. (2013). Pengaruh jenis konsentrasi pengawet alami terhadap mutu gula kelapa. *Jurnal Teknologi Pertanian*, *14*(3), 165-174.
- Nugraheni, M. (2018). *Kemasan Pangan*. Plantaxia.
- Patel, P. N., Parmar, K. G., Nakum, A. N., Patel, M. N., Patel, P. R., Patel, V. R., & Sen, D. J. (2011). *Biodegradable polymers: An ecofriendly approach in newer millenium*. *Asian Journal of Biomedical and Pharmaceutical Sciences*, *1*(3), 23–39.
- Purnavita, S., & Utami, W. T. (2018). Pembuatan plastik *biodegradable* dari pati aren dengan penambahan aloe vera. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, *3*(2), 31–35.  
<https://doi.org/10.31942/inteka.v3i2.2488>
- Ritonga, A. M., Masrukhi, & Siswantoro. (2020). Pendugaan umur simpangula kelapa kristal menggunakan metode akselerasi berdasarkan pendekatan kadar air kritis. *Jurnal Teknologi Pertanian*, *21*(1), 11–18.
- Saragih, H. O., Dharma, I. P., & Astawa, I. N. G. (2016). Pengaruh ketebalan plastik polyethylene densitas rendah terhadap umur simpan bawang daun (*Allium Fistulosum* L.). *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, *5*(4), 363–373.
- Sembiring, B. S., & Hidayat, T. (2012). Perubahan mutu lada hijau kering selama penyimpanan pada tiga macam kemasan dan tingkatan suhu. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*, *18*(3), 115–124.
- Sulistyningrum, A., Yanto, T., & Naufalin, R. (2015). Perubahan kualitas nira kelapa akibat penambahan pengawet alami. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, *12*(3), 137–146.
- Sustriawan, B., Setyawati, R., Hania, R., Tresna, R., Irfan, R., & Aini, N. (2021). Karakteristik cookies dari tepung sorgum dan tepung almond dengan pemanis stevia dan gula kelapa kristal. *Agrointek*, *15*(3), 893–902.
- Utami, Meilina, R., Latifah, L., & Widiarti, N. (2014). Sintesis plastik *biodegradable* dari kulit pisang dengan penambahan kitosan dan plastikizer gliserol. *IJCS - Indonesia Journal of Chemical Science*, *3*(2), 163–167.
- Winursito, I. (2013). Perkembangan penelitian dan pemakaian plastik biodegradabel di Indonesia. *Jurnal Riset Industri*, *3*(3), 251–262.
- Wrage, J., Burmester, S., Kuballa, J., & Rohn, S. (2019). Coconut sugar (*Cocos nucifera* L.): Production process, chemical characterization, and sensory properties. *Lwt*, *112*(May), 108227.  
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.05.125>
- Wulandari, A., Waluyo, S., & Novita, D. D. (2013). Prediksi umur simpan kerupuk kemplang dalam kemasan plastik polipropilen beberapa ketebalan. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, *2*(2), 105–114.