



JURNAL RONA TEKNIK PERTANIAN

ISSN: 2085-2614; e ISSN : 2528-2654

Journal homepage: <https://jurnal.usk.ac.id/RTP>



Pendugaan Umur Simpan Gula Kelapa Kristal dalam Kemasan Vakum menggunakan Metode *Accelerated Shelf Life Test* (ASLT) Model Arrhenius

Kavadya Syska^{1*)}, Nita Saniah Nuroniah¹⁾, Ropiudin²⁾

¹Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nahdlatul Ulama, Purwokerto, Indonesia

²Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Indonesia

*E-mail: syska.kavadya@gmail.com

Abstrak

Gula kelapa kristal memiliki kandungan gula pereduksi yang dapat menyebabkan produk bersifat higroskopis dan mudah menyerap air. Upaya untuk memperlambat laju kerusakan produk gula kelapa kristal dapat dilakukan dengan pengemasan. Penyimpanan gula kelapa kristal dengan pengemasan vakum merupakan upaya untuk menghambat penyerapan uap air dari lingkungan sehingga dapat memperpanjang umur simpannya. Tujuan penelitian ini adalah 1) mengkaji pengaruh suhu penyimpanan dan kemasan terhadap beberapa parameter mutu gula kelapa kristal dalam kemasan vakum dan 2) mengembangkan Metode *Accelerated Shelf Life Test* (ASLT) Model Arrhenius untuk menduga umur simpan gula kelapa kristal dalam kemasan vakum. Penelitian ini menggunakan gula kelapa kristal yang sudah dikeringkan kemudian dikemas dengan menggunakan tiga jenis kemasan yang berbeda yaitu, kemasan polietilen (PE), kemasan vakum, dan aluminium foil kemudian disimpan dengan menggunakan suhu yang berbeda yaitu suhu 30°C dan 15°C, disimpan selama 5 minggu dan dilakukan pengamatan setiap 7 hari sekali. Hasil perhitungan menggunakan persamaan Arrhenius umur simpan gula kelapa kristal dengan 2 suhu penyimpanan dan 3 kemasan yang berbeda berturut-turut yaitu, kemasan PE dengan suhu 30°C 1160 hari dan suhu 15°C 1697 hari, kemasan vakum suhu 30°C 1504 hari, suhu 15°C 2155 hari, kemasan aluminium foil suhu 30°C 7685 hari dan suhu 15°C 7690 hari.

Kata Kunci : umur simpan, gula kelapa kristal, kemasan vakum, ASLT, arrhenius

Prediction of Shelf Life of Crystalline Coconut Sugar in Vacuum Packaging using *Accelerated Shelf Life Test* (ASLT) with Arrhenius Model

Kavadya Syska^{1*)}, Nita Saniah Nuroniah¹⁾, Ropiudin²⁾

¹Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nahdlatul Ulama, Purwokerto, Indonesia

²Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Indonesia

*E-mail: syska.kavadya@gmail.com

Abstract

Crystal coconut sugar contains reducing sugar which can cause the product to be hygroscopic and easily absorb water. Efforts to slow down the rate of deterioration of crystal coconut sugar products can be done by packaging. Storage of crystal coconut sugar by vacuum packaging is an effort to inhibit the absorption of moisture from the environment so as to extend its shelf life. The aims of this study were 1) to examine the effect of storage and packaging temperature on several quality parameters of crystalline coconut sugar in vacuum packaging and 2) to develop the Arrhenius Model *Accelerated Shelf Life Test* (ASLT) method to predict the shelf life of crystalline coconut sugar in vacuum packaging. This study used dried crystalline coconut sugar which was packaged using three different types of packaging, namely polyethylene (PE), vacuum packaging, and aluminum foil and then stored using different temperatures, namely 30°C and 15°C. then stored for 5 weeks and observed every 7 days. The results of calculations using the Arrhenius equation for the shelf life of crystalline coconut sugar with 2 storage temperatures and 3 different packages respectively, namely, PE packaging with a temperature of 30°C 1160 days and a temperature of 15°C 1697 days, vacuum packaging a temperature of 30°C 1504 days, temperature 15°C 2155 days, aluminum foil packaging temperature 30°C 7685 days and temperature 15°C 7690 days.

Keywords : shelf life, crystal coconut sugar, vacuum packaging, ASLT, arrhenius

PENDAHULUAN

Kelapa (*Cocos nucifera*) adalah tanaman yang termasuk dalam kelompok palmae. Tanaman kelapa telah banyak dibudidayakan karena pemanfaatan kelapa bukan hanya pada buah, batang, dan daun, tetapi tanaman kelapa juga dapat menghasilkan nira yang dapat diolah menjadi gula kelapa. Gula kelapa merupakan salah satu produk olahan dari tanaman kelapa yang saat ini dikenal di Indonesia termasuk di Kabupaten Banyumas. Gula kelapa diproduksi dari nira tanaman kelapa melalui proses pemasakan secara terus menerus hingga nira menjadi pekat. Gula kelapa dapat digunakan sebagai bahan baku makanan, pemanis dan penguat rasa pada minuman, juga digunakan untuk memperkuat tampilan fisik makanan. Gula kelapa biasanya dijadikan sebagai gula cetak namun kini telah banyak dikembangkan menjadi produk berbentuk serbuk yaitu gula kelapa kristal. Gula kelapa kristal merupakan salah satu diversifikasi produk gula cetak berbentuk butiran atau serbuk. Menurut BPS Banyumas (2022) yang diperoleh dari Dinas Perindustrian Perdagangan dan Koperasi (Disperindagkop) Kabupaten Banyumas, hasil produksi gula kelapa kristal di Banyumas mencapai 35.562 ton per tahun dan sebanyak 25.819 ton per tahun gula kelapa kristal diekspor ke berbagai negara. Pangan lokal membantu meningkatkan tingkat ekonomi lokal dan menyediakan lapangan kerja bagi masyarakat sekitar (Syska dan Ropiudin, 2020a).

Gula kelapa kristal merupakan gula yang proses pembuatannya relatif sederhana tanpa menggunakan bahan-bahan kimia tambahan. Gula kelapa kristal berpotensi dimanfaatkan pada pembuatan produk sirup asam jawa, minuman tradisional, minuman serbuk instant, minuman coklat instan, kopi mix instant dan es krim. (Fadhillah *et al.*, 2020). Gula kelapa kristal 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 lebih tinggi (Fahrizal *et al.*, 2017). Menurut Abdullah *et al.* (2014). proses pembuatan gula kelapa

kristal tidak membutuhkan proses pemurnian dan pemutihan warna seperti halnya pada proses pembuatan gula tebu (gula pasir). Konsumsi gula kelapa sebanyak 15 g telah memenuhi kebutuhan vitamin B12 setiap hari pada orang dewasa (Zuliana *et al.*, 2016). Pertiwi, (2015) mengatakan proses produksi gula kelapa kristal yang unggul dalam nilai Indeks Glikemik (IG). Keunggulan lainnya adalah gula kelapa kristal lebih mudah larut, daya simpan lebih lama, bentuknya lebih menarik, lebih memudahkan dalam pengemasan dan pengangkutan, rasa dan aromanya lebih khas (Mustaufik, 2018). Terbentuknya warna coklat pada gula kelapa kristal merupakan reaksi maillard yang dapat menghasilkan senyawa yang bersifat sebagai antioksidan (Septiana & Dwiyantri, 2014).

Gula kelapa kristal juga memiliki kekurangan, yaitu kandungan gula pereduksi pada gula kelapa kristal dapat menyebabkan gula kelapa kristal bersifat higroskopis. Berdasarkan penelitian Pontoh & Wuntu (2014). gula kelapa kristal sangat mudah menyerap air dari lingkungan dengan laju sekitar 0,039 g/1,98 g per menit atau 1,99% (berat per berat) per menit pada kelembaban 100%. Penyerapan air pada produk gula kelapa kristal dapat menyebabkan produk gula kelapa kristal menggumpal sehingga mutu produk akan mengalami penurunan yang menyebabkan kerugian bagi produsen dan akibatnya gula kelapa kristal tidak tahan lama.

Kadar air merupakan parameter penting yang dapat menentukan kualitas produk. Pengerinan adalah proses pengeluaran air dari suatu bahan pertanian menuju kadar air kesetimbangan dengan udara sekeliling atau pada tingkat kadar air dimana mutu bahan pertanian dapat dijaga dari serangan jamur, aktivitas serangga dan enzim (Mujumdar, 2014). Perubahan kadar air pada produk pangan dapat menyebabkan berbagai kerusakan seperti adanya jamur dan bakteri, pengerasan, pelunakan ataupun penggumpalan terutama pada produk pangan kering. Mujumdar & Xiao (2019). menyatakan pengkondisian udara lingkungan ini dapat dilakukan dengan pemanasan (heating), pendinginan (cooling), pelembaban (humidifying), penghilangan kelembaban (dehumidifying), dan pencampuran udara berdasarkan karakteristik fisik yang ditunjukkan dalam diagram psikometri. Kadar air akhir yang diperoleh menunjukkan bahwa pengerinan dengan alat pengering mampu menguapkan air dari produk lebih banyak dibandingkan dengan pengerinan matahari (Amanah *et al.*, 2013). Ropiudin dan Syska (2020a) menyempurnakan pengering gula kelapa kristal berupa pengering hemat energi berbasis limbah termal dan energi terbarukan dengan skala 50 kg/jam. Pengerinan menggunakan sinar matahari langsung merupakan proses pengerinan yang paling ekonomis dan mudah, namun dari segi kualitas, pengering buatan (oven) akan memberikan produk yang lebih baik (Syska & Ropiudin, 2020b).

Upaya untuk memperlambat laju kerusakan produk gula kelapa kristal dapat dilakukan dengan pengemasan. Pengemasan dapat melindungi produk dengan mencegah masuknya oksigen dan udara yang banyak mengandung kontaminan. Pengemasan vakum merupakan salah satu teknik pengemasan yang dapat diterapkan pada penelitian ini. Pengemasan vakum adalah pengemasan dengan pengeluaran gas dan uap air dari produk yang dikemas (Mulyawan *et al.*, 2019). Penyimpanan gula kelapa kristal dengan pengemasan vakum merupakan upaya untuk menghambat penyerapan uap air dari lingkungan sehingga dapat memperpanjang umur simpannya.

Umur simpan produk pangan dapat diduga lalu ditetapkan waktu kadaluarsanya dengan menggunakan metode Accelerated Shelf-life Testing (ASLT). Metode ASLT merupakan salah satu metode yang sering digunakan dalam penentuan umur simpan produk pangan yang sensitif pada perubahan suhu. Prinsip pendekatan Arrhenius adalah kinetika kimia dapat diaplikasikan untuk menghitung pengaruh lingkungan dari luar berupa suhu terhadap laju kerusakan produk. Metode yang tepat untuk menggambarkan

pengaruh suhu terhadap laju kerusakan produk adalah metode atau pendekatan Arrhenius.

Penelitian sebelumnya mengenai pendugaan umur simpan gula kelapa kristal oleh Dewi (2018) menduga umur simpan gula semut aren dengan metode arrhenius. Berbeda dengan penelitian sebelumnya, pendugaan umur simpan gula kelapa kristal pada penelitian ini dilakukan menggunakan metode ASLT dalam kemasan vakum dengan pendekatan Arrhenius.

Tujuan penelitian ini adalah (1) mengkaji pengaruh suhu penyimpanan dan kemasan terhadap beberapa parameter mutu gula kelapa kristal dalam kemasan vakum dan (2) mengembangkan Metode *Accelerated Shelf Life Test* (ASLT) Model Arrhenius untuk menduga umur simpan gula kelapa kristal dalam kemasan vakum.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah gula kelapa kristal yang diperoleh dari daerah Banyumas, Jawa Tengah. Kemasan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain kemasan polietilen (PE), kemasan vakum (vacuum pack) dan alumunium foil. Alat yang digunakan untuk menunjang penelitian adalah pengering rak berputar, timbangan digital, thermometer, dan heat vacuum sealer.

Rancangan Penelitian

Pada penelitian ini digunakan 2 faktor, yaitu jenis kemasan dan suhu penyimpanan. Jenis kemasan yang digunakan yaitu PE (P1), kemasan vakum (P2), dan alumunium foil (P3). Kemudian disimpan pada suhu, yaitu 5°C (T1) dan 30°C (T2). Kombinasi perlakuan faktor jenis kemasan dan suhu penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. kombinasi perlakuan faktor jenis kemasan dan suhu penyimpanan

P/T	T1	T2	Keterangan
P1	P1T1	P1T2	P1= kemasan polietilen, T1= suhu 30°C P2= kemasan vakum, T2= suhu 15°C P3= kemasan alumunium foil
P2	P2T1	P2T2	
P3	P3T1	P3T2	

Setiap suhu penyimpanan masing-masing diberikan 3 sampel gula kelapa kristal dengan 3 kali ulangan. Setelah disimpan, dilakukan pengukuran berat kering dan pemodelan laju kerusakan gula kelapa kristal menggunakan persamaan Arrhenius. Dengan demikian didapatkan laju kerusakan dari pendugaan.

Penentuan Titik Kritis Gula Kelapa Kristal

Penentuan titik kritis dapat mengacu pada standar mutu seperti SNI, dan penerimaan sensori oleh konsumen. Penentuan Days Until Caking (DUC) dapat dilakukan dengan memodifikasi suhu penyimpanan, waktu penyimpanan, dan metode pengujian hedonik. Uji hedonik dilakukan oleh panelis semi terlatih sebanyak 25 orang.

Pemodelan Pendugaan Umur Simpan

Pemodelan pendugaan umur simpan digunakan untuk menduga umur simpan gula kelapa kristal pada suhu tertentu dalam proses penyimpanan. Pada penelitian ini digunakan data pengukuran rata-rata selama 7 hari untuk pemodelan pendugaan umur simpan gula kelapa kristal. Produk gula kelapa kristal yang telah dikemas kemudian

disimpan dengan dua level suhu, yaitu suhu 30°C, dan 15°C. Selanjutnya pengujian mutu produk dilakukan setiap 7 hari selama 5 minggu penyimpanan. Parameter yang diuji untuk pendugaan umur simpan gula kelapa kristal metode ASLT model Arrhenius yaitu menggunakan data uji hedonik (warna, kecerahan dan tekstur) dan pengamatan berat (massa).

Penentuan Umur Simpan Gula Kelapa Kristal

Tahapan penentuan umur simpan metode Arrhenius dimulai dengan memplotkan rata-rata nilai (skor) parameter tertentu selama penyimpanan sebagai sumbu y dan waktu penyimpanan dalam hari sebagai sumbu x pada dua suhu penyimpanan berbeda. Grafik hubungan skor parameter mutu dengan waktu penyimpanan menghasilkan nilai konstanta reaksi (k) dan koefisien determinasi (R²) yang akan menentukan orde reaksi. Orde reaksi yang dipilih adalah yang memiliki nilai koefisien determinasi paling besar. Selanjutnya nilai k dinyatakan dalam ln k dan dihubungkan dengan nilai 1/T (dalam Kelvin). Hasil plot tersebut akan menghasilkan persamaan garis dengan nilai slope sebagai energi aktivasi (E_a) dan intersep sebagai ln k₀. Setelah nilai energi aktivasi dan ln k₀ didapat, maka nilai konstanta kecepatan reaksi dapat dihitung menggunakan persamaan Arrhenius sebagai berikut:

$$k = k_0 \cdot e^{-E_a/RT} \quad (1)$$

dimana:

- E_a = Energi aktivasi (kal/mol)
- R = Konstanta gas ideal (1,986 kal/mol K)
- T = Suhu dalam Kelvin (273 + °C)
- k₀ = Konstanta pre-eksponensial
- k_t = Konstanta kecepatan reaksi (1/hari)

Persamaan di atas dapat diubah menjadi Persamaan 2:

$$\ln k = \ln k_0 - \left(\frac{E_a}{RT}\right) \quad (2)$$

Nilai parameter awal, nilai kritis mutu (yang telah diperoleh pada tahapan sebelumnya), dan nilai konstanta kecepatan reaksi (k) kemudian dimasukkan ke dalam Persamaan 3 perhitungan umur simpan berikut:

$$\text{Untuk orde ke 0: } t = \frac{A - A_0}{k} \quad (3)$$

$$\text{Orde 1: } t = \frac{\ln(A) - \ln(A_0)}{k} \quad (4)$$

dimana:

- t = umur simpan (hari)
- A₀ = nilai mutu awal
- A = nilai kritis mutu
- k = laju kinetika perubahan mutu

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perubahan Berat Gula Kelapa Kristal Selama Penyimpanan

Perubahan berat gula kelapa kristal pada beberapa kemasan yang dipakai yaitu, kemasan polietilen (PE), kemasan vakum, dan kemasan alumunium foil. Berat gula kelapa kristal pada kemasan polietilen (PE) pada suhu 30°C terjadi penambahan berat

mulai dari minggu ke-3 (0,1), minggu ke-4 (0,13), minggu ke-5 (0,15), dan pada suhu 15°C terjadi penambahan berat mulai dari minggu ke-3 (0,12), minggu ke-4 (0,12) dan minggu ke-5 (0,22). Berat gula kelapa kristal selama penyimpanan pada kemasan vakum (vacuum pack) pada suhu 30°C terjadi penambahan berat mulai dari minggu ke-3 (0,17), minggu ke-4 (0,19), minggu ke-5 (0,26), dan pada suhu 15°C terjadi pengurangan berat dari minggu ke-1 (0,16), minggu ke-2 (0,16), minggu ke-3 (0,34), minggu ke-4 (0,23). Berat gula kelapa kristal selama penyimpanan pada kemasan alumunium foil suhu 30°C terjadi penambahan berat mulai dari minggu ke-4 (0,02), minggu ke-5 (0,08) dan pada suhu 15°C terjadi penambahan berat mulai dari minggu ke-2 (0,01), minggu ke-3 (0,05), minggu ke-4 (0,10) dan pada minggu ke-5 (0,20). Data berat gula kelapa kristal selama penyimpanan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Hasil analisa berat selama penyimpanan pada suhu 30°C

Hari ke-	P1T1	P2T1	P3T1	Rata-rata
7	50,00	50,00	50,00	50,00
14	50,00	50,00	50,00	50,00
21	50,10	50,17	50,00	50,09
28	50,13	50,19	50,02	50,11
35	50,15	50,26	50,08	50,16

Tabel 4. Hasil analisa berat selama penyimpanan pada suhu 15°C

Hari ke-	P1T2	P2T2	P3T2	Rata-rata
7	50,00	49,84	50,00	49,95
14	50,00	49,84	50,01	49,95
21	50,12	49,66	50,05	49,94
28	50,17	49,77	50,10	50,01
35	50,22	50,00	50,20	50,14

Gula kelapa kristal selama penyimpanan mengalami penambahan berat yang disebabkan dengan adanya penyerapan uap air dari lingkungan (suhu) menyebabkan gula kelapa kristal turun mutunya. Semakin tinggi suhu penyimpanan maka penambahan kadar air atau berat gula kelapa kristal meningkat. Menurut Wigelar 2013) produk pangan yang dikeringkan memiliki sifat lebih higroskopis dibanding dengan produk asalnya dan akan menyebabkan memuainya kemasan sehingga pori-pori kemasan akan membesar, maka penyerapan uap air menjadi lebih cepat.

Pendugaan Umur Simpan Gula Kelapa Kristal

Pendugaan umur simpan dimulai dengan membuat regresi hubungan antara parameter pengamatan berat sampel dengan lama penyimpanan. Nilai persamaan regresi linier berat sampel gula kelapa kristal selama penyimpanan dengan suhu dan kemasan yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Persamaan regresi linier berat gula kelapa kristal pada suhu 30°C

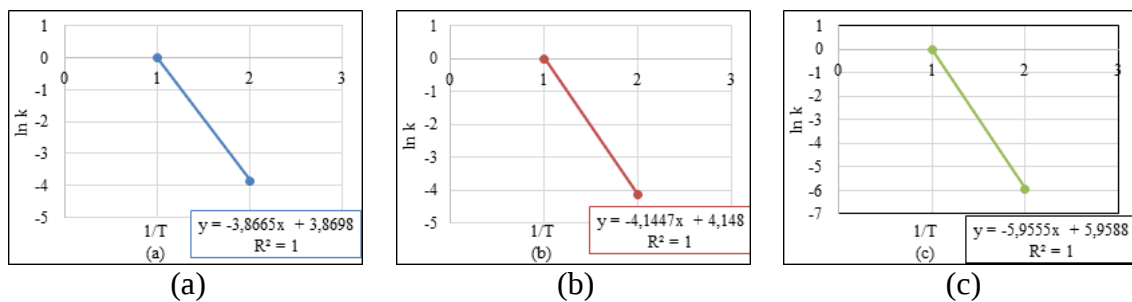
Kemasan	Persamaan Regresi linier		R ²	
	Ordo 0	Ordo 1	Ordo 0	Ordo 1
PE	$y = 0,021x + 49,941$	$y = 0,0004x + 3,9109$	0,5081	0,5063
Vakum	$y = 0,0159x + 49,831$	$y = 0,0003x + 3,9087$	0,8669	0,8675

Al.foil	$y = 0,0026x + 49,966$	$y = 510^{-5}x + 3,9113$	0,675	0,6751
---------	------------------------	--------------------------	-------	--------

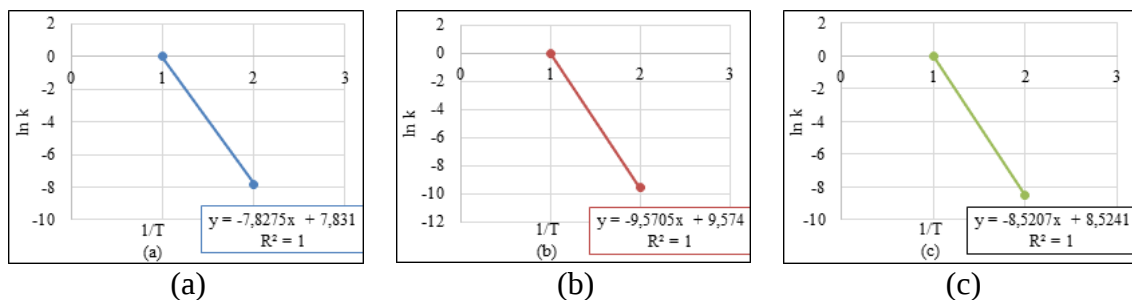
Tabel 6. Persamaan regresi linier berat gula kelapa kristal pada suhu 15°C

Kemasan	Persamaan Regresi linier		R ²	
	Ordo 0	Ordo 1	Ordo 0	Ordo 1
PE	$y = 0,021x + 49,757$	$y = 0,0004x + 3,9072$	0,4277	0,4271
Vakum	$y = 0,0036x + 49,747$	$y = 710^{-5}x + 3,907$	0,102	0,1015
Al.foil	$y = 0,0093x + 49,875$	$y = 0,0002x + 3,9095$	0,6213	0,6216

Laju penurunan nilai berat (massa) dapat mengikuti reaksi ordo 0 atau ordo 1. Nilai slope dari persamaan regresi yang didapat merupakan konstanta laju reaksi (k) pada suhu tertentu (Arpah & Syarief, 2000). Nilai k kemudian dibuat plot Arrhenius dengan nilai ln k sebagai ordinat dan dihubungkan dengan 1/T (Kelvin) sebagai absis. Hasil plot nilai ln k dan 1/T pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 1. Hubungan antara ln k dan 1/T hasil uji berat gula kelapa kristal dengan kemasan PE (a) kemasan vakum (b) kemasan al.foil (c) pada suhu 30°C



Gambar 5. Hubungan antara ln k dan 1/T hasil uji berat gula kelapa kristal dengan kemasan PE (a) kemasan vakum (b) kemasan al.foil (c) pada suhu 15°C

Hasil plot data nilai ln k dengan 1/T pada Gambar 4 dan Gambar 5 menghasilkan persamaan regresi dimana nilai slope merupakan nilai $-E_a/R$ dan nilai intersep yang di dapat adalah $\ln k_0$. Persamaan regresi linier dari plot ln k dan 1/T pada perubahan parameter berat (massa) gula kelapa kristal dengan suhu 30°C pada kemasan PE yaitu $y = -3,8665x + 3,8698$ dengan $R^2 = 1$, untuk kemasan vakum persamaan regresi liniernya yaitu $y = -4,1447x + 4,148$ dengan nilai $R^2 = 1$, dan untuk kemasan aluminium foil persamaan regresi liniernya yaitu $y = -5,9555x + 5,9588$ dengan nilai $R^2 = 1$. Persamaan regresi linier dari plot ln k dan 1/T pada perubahan parameter berat (massa) gula kelapa kristal dengan suhu 15°C pada kemasan PE yaitu $y = -7,8275x + 7,831$ dengan nilai $R^2 = 1$, untuk kemasan vakum persamaan regresi liniernya yaitu $y = -9,5705x + 9,574$

dengan nilai $R^2 = 1$, dan untuk kemasan alumunium foil persamaan regresi liniernya adalah $y = -8,5207x + 8,5241$ dengan nilai $R^2 = 1$.

Nilai k, umur simpan gula kelapa kristal pada suhu 30°C (303 K) dan 15°C (288 K) dihitung menggunakan Persamaan Arrhenius. ilai umur simpan gula kelapa kristal selama penyimpanan 5 minggu yaitu, kemasan PE dengan suhu 30°C 1160 hari dan suhu 15°C 1697 hari. Menggunakan rumus perhitungan yang sama didapatkan nilai umur simpan dengan kemasan vakum suhu 30°C 1504 hari, suhu 15°C 2155 hari, kemasan alumunium foil suhu 30°C 7685 hari dan suhu 15°C 7697 hari. Hasil pendugaan umur simpan gula kelapa Kristal menggunakan metode ASLT dengan model Arrhenius dapat dinyatakan bahwa umur simpan gula kelapa kristal pada kemasan alumunium foil dengan suhu 15°C cenderung lebih lama dibandingkan dengan kemasan lain.

Suhu penyimpanan berhubungan dengan penyimpanan gula kelapa kristal. Suhu penyimpanan berpengaruh terhadap warna dan tekstur gula kelapa kristal. Semakin tinggi suhu penyimpanan, kecepatan penurunan mutu (k) semakin besar sehingga umur simpan (t) semakin pendek. Hubungan suhu penyimpanan dalam kemsan yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hubungan suhu penyimpanan dengan kemasan berbeda

Kemasan	Umur simpan (hari)	
	30°C	15°C
PE	1160	1697
Vakum	1504	2155
Alumunium foil	7685	7697

Faktor lain yang mempengaruhi umur simpan yaitu kemasan, mutu gula kelapa kristal dapat dipengaruhi oleh jenis kemasannya karena setiap kemasan memiliki permeabilitas yang berbeda terhadap gas dan uap air (Arrum, 2016). Tingkat permeabilitas setiap kemasan berbeda-beda dan akan berpengaruh terhadap laju transmisi uap air. Semakin rendah laju trasmisi uap air suatu kemasan, semakin sedikit jumlah uap air yang mampu menembus kemasan (Sembiring dan Hidayat, 2012). Semakin besar laju permeabilitas bahan pengemas, semakin besar laju perpindahan uap air yang dapat menembus permukaan bahan kemasan. Kemasan PE dan vakum yang trasnparan membuat uap air dan cahaya dari lingkungan menembus permukaan kemasan dan sedangkan kemasan alumunium foil yang tahan cahaya dapat lebih melindungi kemasan dari tembusnya uap air dan cahaya dari lingkungan.

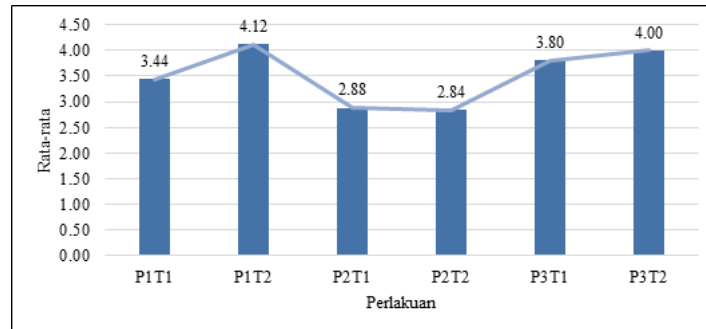
Uji Hedonik

Uji hedonik dilakukan untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis dengan skala hedonik pada beberapa parameter. Skala kesukaan dari 1 sampai 5 (1 = sangat tidak suka, 2 = tidak suka, 3 = agak suka, 4 = suka, dan 5 = sangat suka). Parameter yang diamati yaitu warna, kecerahan, dan tekstur. Uji hedonik dilakukan oleh panelis semi terlatih sebanyak 25 orang.

1. Warna

Berdasarkan uji hedonik gula kelapa kristal pada Gambar 2, dapat diketahui bahwa kesukaan tertinggi terhadap warna gula kelapa kristal yang dikemas menggunakan kemasan polietilen dengan suhu penyimpanan 15°C, sedangkan tingkat kesukaan terendah yaitu pada gula kelapa kristal yang dikemas menggunakan kemasan vakum dengan suhu penyimpanan 15°C. Nilai kesukaan warna gula kelapa kristal pada

kemasan PE dengan suhu 30°C (P1T1) 3,44, kemasan PE dengan suhu 15°C (P1T2) 4,12, kemasan vakum dengan suhu 30°C (P2T1) 2,88, kemasan vakum dengan suhu 15°C (P2T2) 2,84, kemasan alumunium foil dengan suhu 30°C (P3T1) 3,80, dan kemasan alumunium foil dengan suhu 15°C (P3T2) 4,00.

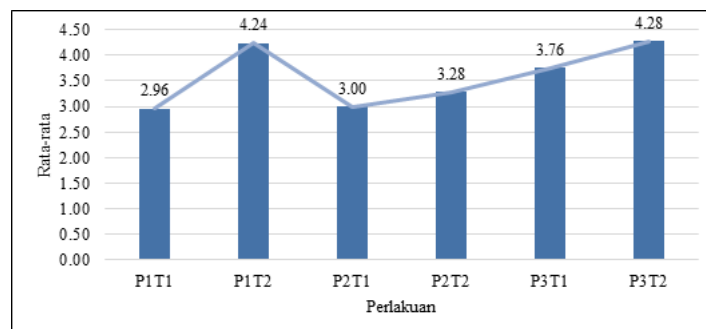


Gambar 2. Nilai warna

Warna merupakan faktor penting dalam penilaian panelis dan dapat memberikan petunjuk mengenai perubahan kimia dalam bahan pangan seperti pencoklatan sehingga perubahan warna dijadikan indikator penurunan mutu pada gula kelapa kristal. Menurut Atno (2017), warna memengaruhi mutu dan kesukaan panelis terhadap suatu produk. Hasil analisis ANOVA 5% menunjukkan bahwa kemasan berbeda nyata terhadap warna gula kelapa kristal sedangkan suhu tidak berbeda nyata terhadap warna gula kelapa kristal. Penurunan mutu pada gula kelapa kristal juga terjadi terhadap jenis kemasan yang dipakai selama penyimpanan. Kemasan memiliki sifat permeabilitas berbeda, kemasan yang memiliki permeabilitas rendah akan menyebabkan uap air ataupun cahaya dapat menembus permukaan kemasan tersebut.

2. Kecerahan

Berdasarkan uji hedonik gula kelapa kristal pada Gambar 3. dapat diketahui bahwa kesukaan tertinggi terhadap kecerahan gula kelapa kristal yang dikemas menggunakan kemasan alumunium foil dengan suhu penyimpanan 15°C, sedangkan tingkat kesukaan terendah yaitu pada gula kelapa kristal yang dikemas menggunakan kemasan polietilen dengan suhu penyimpanan 30°C. Nilai kesukaan kecerahan gula kelapa kristal pada kemasan PE dengan suhu 30°C (P1T1) 2,96, kemasan PE dengan suhu 15°C (P1T2) 4,24, kemasan vakum dengan suhu 30°C (P2T1) 3,00, kemasan vakum dengan suhu 15°C (P2T2) 3,28, kemasan alumunium foil dengan suhu 30°C (P3T1) 3,76, dan kemasan alumunium foil dengan suhu 15°C (P3T2) 4,28. Hasil nilai kecerahan gula kelapa kristal pada Gambar 3.

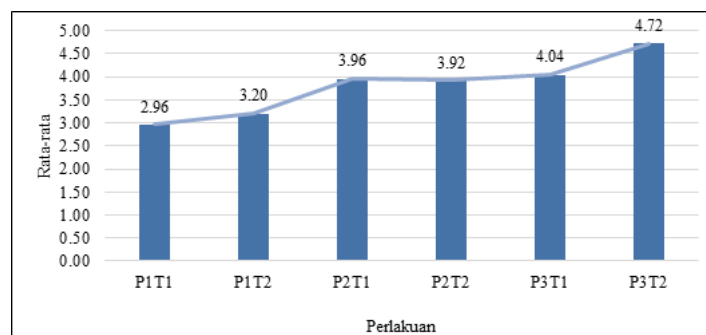


Gambar 3. Nilai kecerahan

Hasil analisis ANOVA 5% menunjukkan bahwa suhu berbeda nyata terhadap kecerahan gula kelapa kristal sedangkan kemasan tidak berbeda nyata terhadap kecerahan gula kelapa kristal. Semakin tinggi suhu penyimpanan mutu produk gula kelapa kristal semakin meningkat seperti berkurangnya kecerahan pada produk dengan adanya reaksi maillard atau reaksi pencoklatan enzimatis. Menurut Anggriani dan Yunianta (2015), proses pemanasan menyebabkan kecerahan produk berkurang karena pigmen yang rusak secara alamiah sehingga menurunkan penilaian sensori. Semakin lama produk disimpan pada suhu tinggi, semakin banyak senyawa melanoid yang dihasilkan sehingga produk semakin coklat.

3. Tekstur

Berdasarkan uji hedonik gula kelapa kristal pada Gambar 4. dapat diketahui bahwa kesukaan tertinggi terhadap tekstur gula kelapa kristal yang dikemas menggunakan kemasan alumunium foil dengan suhu penyimpanan 15°C, sedangkan tingkat kesukaan terendah yaitu pada gula kelapa kristal yang dikemas menggunakan kemasan vakum dengan suhu penyimpanan 30°C. Nilai kesukaan tekstur gula kelapa kristal pada kemasan PE dengan suhu 30°C (P1T1) 2,96, kemasan PE dengan suhu 15°C (P1T2) 3,20, kemasan vakum dengan suhu 30°C (P2T1) 2,96, kemasan vakum dengan suhu 15°C (P2T2) 3,92, kemasan alumunium foil dengan suhu 30°C (P3T1) 4,04, dan kemasan alumunium foil dengan suhu 15°C (P3T2) 4,72. Hasil nilai kecerahan gula kelapa kristal pada Gambar 4.



Gambar 4. Nilai tekstur

Hasil analisis ANOVA 5% menunjukkan bahwa kemasan berbeda nyata terhadap tekstur gula kelapa kristal sedangkan suhu tidak berbeda nyata terhadap tekstur gula kelapa kristal. Produk yang diharapkan panelis yaitu produk dengan tekstur yang kering dan remah atau tidak menggumpal. Selama penyimpanan terjadi perubahan tekstur yang sangat dipengaruhi oleh kemasan yang memiliki permeabilitas rendah seperti kemasan polietilen yang menyebabkan uap air dan cahaya dapat menembus permukaan kemasan sehingga tekstur kemasan menjadi lengket atau menggumpal.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh pada penelitian ini yaitu: (1) Suhu penyimpanan dan kemasan gula kelapa kristal yang terbaik menggunakan kemasan alumunium foil (vakum) pada suhu 15°C, dengan nilai penambahan berat mulai dari minggu ke-2 (0,01), minggu ke-3 (0,05), minggu ke-4 (0,10), dan minggu ke-5 (0,20). Berdasarkan hasil uji hedonik suhu penyimpanan dan kemasan berpengaruh nyata pada kemasan PE dan kemasan vakum, hal ini disebabkan karena sifat kemasan PE dan kemasan vakum yang transparan dan tipis menyebabkan berat gula kelapa kristal bertambah dan warna

gula kelapa kristal menjadi kecoklatan karena adanya reaksi maillard selama penyimpanan. (2) Pendugaan menggunakan ASLT Model Arrhenius diperoleh umur simpan gula kelapa kristal yang disimpan pada suhu 15°C dengan memakai kemasan alumunium foil (vakum) lebih lama yaitu 7697 hari, sedangkan umur simpan yang paling singkat yang disimpan pada suhu 30°C dengan memakai kemasan PE (vakum) yaitu 1160 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, W.G., Rianse, U., Iswandi, R.M., Taridala, S.A.A., Widayati, W., Rianse, I.S., Baka, L.R., & Baka, W.K. (2014). Potency of natural sweetener: brown sugar. *AENSI Journals*. 12(1): 374-386.
- Amanah, H.Z., Erlinda, T., Rahayoe, S., & Setyowati, P. (2013). Analisis Kinerja Alat Pengering Tipe Rak (Cabinet Dryer) untuk Pengeringan Gule Semut. Prosiding Seminar Nasional Sains & Teknologi, Lembaga Penelitian Universitas Lampung. 19-20 November 2013, Bandar Lampung, Indonesia. Pp. 1260-1268.
- Anggriani, A., & Yuniarta. (2015). Pengaruh suhu dan lama hidrolisis enzim papain terhadap sifat kimia, fisik, dan organolaptik sari edamame. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Vol 3 (3): 1015-1025.
- Arpah, M. & Syarief, R. (2000). Evaluasi model-model pendugaan umur simpan pangan dari difusi hukum fick unidireksional. IPB Press. Bogor.
- Atno, N.M. (2017). Kajian jenis kemasan dan suhu penyimpanan terhadap mutu sari kedelai. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor.
- Dewan Standarisasi Nasional Indonesia. (1995). SNI: Gula Kelapa Kristal SII 0268-85. Dewan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Dewi, A.R. (2018). Pendugaan Umur Simpan Gula Semut Aren dengan metode Arrhenius. [Skripsi]. Fakultas Teknologi Pertanian IPB Bogor.
- Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Banyumas. (2017). Data Industri Gula Kelapa Kabupaten Banyumas.
- Fadhillah, N., Mela, E., & Mustaufik. (2020). Gula kelapa kristal dan potensi pemanfaatannya pada produk minuman. *J. Agritech*. 12(1): 20-28.
- Fahrizal., Nggandung, T., & Kartiwan. (2017). Optimasi Produksi Gula Cetak dan Gula Semut Lontar Terintegrasi dengan Metode Linier Programming. Seminar Nasional Hasil Penelitian (SNHP)-VII Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas PGRI Semarang. 26 Oktober 2017, Semarang, Indonesia. Pp. 505-510.
- Mujumdar, A.S. (2014). Handbook of Industrial Drying. CRC Press. New York. USA.
- Mujumdar, A.S., & Xiao, H.W. (2019). Advanced Drying Technologies for Foods. CRC Press. New York. USA.
- Mulyawan, I.B., Handayani, B.R., Dipokusumo, B., Werdiningsih, W., & Siska, A.I. (2019). Pengaruh Teknik Pengemasan dan Jenis Kemasan Terhadap Mutu dan Daya Simpan Ikan Pindang Bumbu Kuning. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 22(3): 464-475.
- Mustaufik. (2018). Peningkatan Mutu Produksi dan Pemasaran Gula Semut Beriodium di Koperasi Serba Usaha (KSU) Ligasirem Sumbang-Banyumas. *Performance*. 19(1): 68-84.
- Pertiwi, P. (2015). Studi Preferensi Konsumen Terhadap Gula Semut Kelapa di Universitas Lampung. [Skripsi]. Universitas Lampung.
- Pontoh, J., & Wuntu, A. (2014). Perbaikan proses pembuatan gula merah aren di pabrik gula aren Masarang Tomohon. *Jurnal MIPA UNSRAT*. 3(2): 68-72.

- Ropiudin & Syska, K. (2020). Disain dan analisis teknoekonomi pengering hemat energi berbasis limbah termal dan energi terbarukan. Prosiding Seminar Nasional Akselerasi Teknologi Pangan dan Industri Perdesaan (SNATPIP) 2020. (hal.32-36). 12 Desember 2020, Purwokerto, Indonesia.
- 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.
- Septiana, A.T., & Dwiyaniti, D. (2014). Aktivitas antioksidan minuman fungsional dari irisan buah kering mahkota dewa. *Agritech*. 29(1): 16-21.
- Syska, K., Ropiudin. (2020a). Analisis Mutu Keripik Tempe Berdasarkan Cara Perekatan dan Ketebalan Pengemas Selama Penyimpanan. *CHEESA: Chemical Engineering Research Articles*, 3(1): 42-54.
- Syska, K. & Ropiudin. (2020b). Perpindahan Panas pada Pengering Tipe Drum Berputar pada Kondisi Tanpa Beban. *Agroteknika*, (3)1, 1-15.
- Wigelar, O.T. (2013). Pendugaan Umur Simpan Susu Skim Serbuk dengan Metode Foam-mat Drying dengan Berbagai Suhu Penyimpanan yang Dikemas dalam Aluminium Foil. [Skripsi]. Fakultas Teknik, Universitas Pasundan Bandung.
- Zuliana, C., Widyastuti, E., & Susanto, W.H. (2016). Pembuatan gula semut kelapa (kajian pH gula kelapa dan konsentrasi natrium bikarbonat). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 4(1): 109-119.