

perpus 1

22469 - jurnal setelah semhas

 15 Desember 2025-2

 CEK TURNITIN

 INSTIPER

Document Details

Submission ID

trn:oid:::1:3445233799

Submission Date

Dec 15, 2025, 2:43 PM GMT+7

Download Date

Dec 15, 2025, 2:47 PM GMT+7

File Name

Jurnal_Biotech_Iqbal_2.docx

File Size

3.7 MB

21 Pages

5,328 Words

30,688 Characters

20% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Bibliography
- Quoted Text
- Cited Text
- Small Matches (less than 10 words)

Exclusions

- 8 Excluded Sources

Top Sources

- 19%  Internet sources
- 6%  Publications
- 8%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

Top Sources

- 19% Internet sources
- 6% Publications
- 8% Submitted works (Student Papers)

Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Internet	jim.unindra.ac.id	1%
2	Internet	id.scribd.com	1%
3	Student papers	Universitas Mataram	1%
4	Internet	digilib.unila.ac.id	1%
5	Internet	repository.unhas.ac.id	<1%
6	Internet	pt.scribd.com	<1%
7	Publication	Guyup Mahardhian Dwi Putra, Diah Ajeng Setiawati. "Model Arrhenius Untuk M...	<1%
8	Internet	ejournal.kemenperin.go.id	<1%
9	Internet	ajarcde-safe-network.org	<1%
10	Internet	jurnal.umsb.ac.id	<1%
11	Internet	id.123dok.com	<1%

12	Internet	www.atlantis-press.com	<1%
13	Internet	jurnal.unpad.ac.id	<1%
14	Internet	ejurnal.unisri.ac.id	<1%
15	Internet	doaj.org	<1%
16	Internet	repository.unpas.ac.id	<1%
17	Internet	journal.ipb.ac.id	<1%
18	Student papers	Canada College	<1%
19	Internet	journal.ubaya.ac.id	<1%
20	Internet	adoc.pub	<1%
21	Internet	eprints.umsb.ac.id	<1%
22	Internet	jurnal.lppm.unsoed.ac.id	<1%
23	Internet	media.neliti.com	<1%
24	Internet	jurnal.unej.ac.id	<1%
25	Internet	www.scribd.com	<1%

26	Publication	Hary Kurniawan. "PENGARUH KADAR AIR TERHADAP NILAI WARNA CIE PADA GUL...	<1%
27	Internet	repository.bakrie.ac.id	<1%
28	Internet	profood.unram.ac.id	<1%
29	Internet	talenta.usu.ac.id	<1%
30	Publication	Ropiudin - Ropiudin. Journal of Agricultural and Biosystem Engineering Research,...	<1%
31	Publication	Abdul Hadi, Nunung Sri Mulyani, Silvia Wagustina, Agus Hendra Al Rahmad. "Pela...	<1%
32	Internet	pdfcoffee.com	<1%
33	Student papers	Udayana University	<1%
34	Publication	"The Shelf Life and Recommended Dietary Allowances (RDA) Analysis of Cassava (...)	<1%
35	Internet	pdfs.semanticscholar.org	<1%
36	Publication	"Preface", IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2022	<1%
37	Publication	Firda Ramadini, Abdul Hasyim Sodiq, Endang Sulistyorini, Putra Utama. "Pengaru...	<1%
38	Internet	docplayer.info	<1%
39	Internet	jurnal.ugm.ac.id	<1%

40	Internet	
karyailmiah.unisba.ac.id		<1%
41	Internet	
pengetahuanbahanpangana.blogspot.com		<1%



Biofoodtech: Journal of Bioenergy and Food Technology Vol. 1 (2022), No.1
Journal home page: <https://jurnal.instiperjogja.ac.id/index.php/BFT>

PERBANDINGAN JENIS KEMASAN VAKUM DAN VARIASI SUHU TERHADAP UMUR SIMPAN GULA KELAPA KULON PROGO MENGUNAKAN METODE ACCELERATED SHELF LIFE TEST (ASLT)

Iqbal Triastono¹⁾, Reza Widyasaputra, S.TP., M.Si²⁾, Dina Mardhatilah, S.TP., M.Si., Ph.D³⁾
Mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian
STIPER Yogyakarta

2) Dosen Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian
STIPER Yogyakarta

*Email Penulis : triastonoiqbal59@gmail.com.

ABSTRACT

Development in packaging food products is an effort to maintain product quality in the best condition until it reaches consumers. The shelf life of food products is one of the most important information for consumers. The inclusion of shelf life information is crucial because it is related to the safety of food products and provides quality assurance when the product reaches consumers. This study aims to determine the shelf life of coconut sugar packaged using transparent vacuum packaging and dark vacuum packaging. The acceleration method (Accelerated Shelf-life Testing or ASLT), namely by storing food products in an environment that causes them to deteriorate quickly, either at higher temperature or humidity conditions of the storage room. The acceleration method can be carried out in a shorter time with good accuracy, and the ASLT method can be carried out using the Arrhenius model approach or critical water content. The Arrhenius model simulates product damage by chemical reactions triggered by storage temperature, while the critical water content model simulates product damage triggered by water absorption by the product. Quality parameters observed during storage include changes in mass, color, and organoleptic properties. The results of the study found changes in coconut sugar mass, brightness value, hue, and chroma. The shelf life of coconut products at 2°C with transparent vacuum packaging is 298 days, while with dark vacuum packaging it is only 146 days. Then, at 30°C storage conditions, the shelf life of coconut sugar products for transparent vacuum packaging and dark vacuum packaging is 111 days and 89 days, respectively. The shelf life of coconut sugar products at 50°C for transparent vacuum packaging and dark vacuum packaging is 62 days and 65 days, respectively. Based on research, the best shelf life of coconut sugar is in transparent vacuum packaging with a storage temperature of 2°C for 298 days.

Keywords: coconut sugar; packaging; shelf life

PENDAHULUAN

Isu pengembangan bahan pangan lokal sedang menjadi topik pembahasan beberapa tahun ini guna menyaingi dominasi bahan-bahan pangan dari luar negeri. Salah satu contohnya dalam skena bahan pemanis, produk pemanis seperti maple syrup, corn syrup, pemanis stevia, dan buah bit mulai populer di Indonesia. Produk-produk itu mudah masuk dan populer dikarenakan banyaknya informasi mengenai kegunaan produk hingga inovasi produk yang sangat baik. Upaya dalam menjawab isu tersebut dan juga sekaligus menjawab tantangan dalam usaha meningkatkan kesejahteraan masyarakat salah satu konsep yang digunakan yaitu meningkatkan potensi sumberdaya lokal melalui agroindustri sehingga ada hubungan antar sektor tersebut dapat berkesinambungan atau terjalin keterkaitan yang tinggi antar sektor hulu dengan sektor hilir. Upaya memberdayakan masyarakat khususnya di perdesaan yang berbasiskan kepada potensi lokal merupakan strategi jitu untuk mengembangkan ekonomi daerah berdasarkan potensi sumberdaya yang ada.

Gula kelapa adalah gula yang dihasilkan dari proses pengolahan nira pohon kelapa yang memiliki ciri khas rasa gurih dan berwarna coklat. Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo yang dikaruniai banyak sumberdaya tanaman kelapa. Setiap rumah tangga sendiri rata-rata memiliki tanaman kelapa antara 10 sampai 20 pohon bahkan ada yang sampai 50 pohon. Tanaman kelapa sebagai penghasil nira inilah adalah sumber bahan baku agroindustri gula kelapa (Arumsari & Siti, 2011).

Pengemasan produk bahan pangan merupakan upaya untuk memperpanjang umur simpan produk dan juga bertujuan sebagai sarana komersialisasi produk. Umur simpan merupakan rentang waktu yang dimiliki produk mulai dari saat diproduksi sampai dikonsumsi sebelum produk pangan mengalami penurunan dalam kualitas bahkan tidak layak untuk dikonsumsi. Upaya untuk menghambat laju kerusakan gula kelapa maka dapat dilakukan Upaya dalam pengemasan. Pengemasan terbukti bisa melindungi produk dengan mencegah masuknya oksigen dan udara yang banyak mengandung kontaminan.

Pengemasan vakum adalah salah satu teknik pengemasan yang bisa diterapkan pada penelitian ini. Pengemasan vakum merupakan kemasan gas dan uap air dikeluarkan dari produk yang dikemas. Penyimpanan gula kelapa menggunakan pengemasan vakum ialah upaya dalam menghambat penyerapan uap air dari lingkungan sehingga dapat memperpanjang umur simpannya (Syska et al., 2023).

Penambahan warna gelap pada kemasan juga merupakan upaya tambahan untuk melindungi gula kelapa dari paparan cahaya langsung yang mana glukosa ketika terpapar sinar UV, dapat mengalami beberapa reaksi yang tergantung pada jenis dan intensitas radiasi UV. Secara umum, paparan sinar UV dapat menyebabkan degradasi atau modifikasi pada glukosa.

Pengemasan produk pangan merupakan upaya untuk memperpanjang umur simpan produk dan juga bertujuan sebagai sarana komersialisasi produk. Umur simpan merupakan rentang waktu

13

yang dimiliki oleh produk bahan pangan mulai saat diproduksi sampai dikonsumsi sebelum produk pangan mengalami penurunan kualitas atau tidak layak untuk dikonsumsi. Dalam usaha memperlambat laju kerusakan produk gula kelapa bisa dilakukan dengan pengemasan. Pengemasan terbukti dapat melindungi produk dengan mencegah masuknya oksigen dan udara yang banyak mengandung kontaminan.

17

31

15

Kemasan vakum adalah salah satu teknik pengemasan yang digunakan pada penelitian ini. Pengemasan vakum merupakan pengemasan dengan pengeluaran gas dan uap air dari produk yang dikemas. Penyimpanan gula kelapa dengan pengemasan vakum adalah upaya dalam menghambat uap air menyerap dari lingkungan maka dapat memperpanjang umur penyimpanannya (Syska *et al.*, 2023). Penambahan warna gelap pada kemasan juga merupakan upaya tambahan untuk melindungi gula kelapa dari paparan cahaya langsung yang mana glukosa ketika terpapar sinar UV, dapat mengalami beberapa reaksi yang tergantung pada jenis dan intensitas radiasi UV. Secara umum, paparan sinar UV dapat menyebabkan degradasi atau modifikasi pada glukosa.

19

16

Ada dua jenis cara yang dapat dipakai dalam pendugaan umur simpan produk pangan yaitu cara konvensional dan cara akselerasi. cara konvensional dilakukan dengan menyimpan produk pangan sampai mengalami kerusakan sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama. Sedangkan, cara akselerasi biasa disebut dengan metode *Accelerated Shelf-Life Testing* (ASLT) dapat digunakan dalam memperpendek waktu penentuan umur simpan produk, yaitu dengan usaha dalam mempercepat terjadinya reaksi penurunan mutu produk pada suatu keadaan penyimpanan suhu yang ekstrim. (Nirwana *et al.*, 2022).

5

Metode *Accelerated Shelf Life Test* (ASLT) Model Arrhenius adalah metode pendugaan umur simpan produk yang menggunakan suhu akselerasi sehingga dapat mempercepat laju reaksi yang menyebabkan kerusakan pada produk. Metode *Accelerated Shelf Life Test* (ASLT) Model Arrhenius biasanya dapat digunakan pada semua jenis produk pangan terkhusus pada produk yang mengalami penurunan kualitas akibat efek deteriorasi kimiawi (Hasany *et al.*, 2017).

Pada penelitian ini dilakukan dengan menyimpan gula kelapa pada suhu lingkungan 2° C yang mewakili kondisi dingin, kemudian 30° C yang mengkondisikan keadaan suhu ruang, dan suhu 50° C yang manandakan gula kelapa disimpan pada kondisi suhu panas.

33

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dikerjakan di Laboratorium Fakultas Teknologi Pertanian dan Pilot Plant Institut Pertanian STIPER Yogyakarta pada tanggal 1 september sampai 1 agustus 2024.

Alat dan Bahan

Alat yang akan dipakai pada penelitian ini yaitu *sealer* (mesin vakum), *chromameter*, timbangan analitik, sendok, oven, piring plastik, tisu, inkubator dan *refrigerator*.

Bahan yang akan dipakai dalam penelitian ini yaitu gula kelapa yang berasal dari Desa Hargowilis, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo, kemasan vakum transparan dan kemasan vakum gelap.

Rancangan Percobaan

4

metode *accelerated shelf life* (ASLT) model Arrhenius yang dilakukan dengan menggunakan Microsoft Excel 2021 dengan dua faktor, yaitu faktor pertama (A) adalah jenis kemasan (kemasan vakum transparan dan kemasan vakum gelap). Faktor kedua (B) adalah variasi suhu penyimpanan gula kelapa (2°C , 30°C , 50°C) dan jenis data yang diperlukan:

A1 = Kemasan vakum transparan

A2 = Kemasan vakum gelap

Faktor II adalah variasi suhu penyimpanan yang digunakan (B) dengan tiga taraf suhu yang berbeda:

B1 = 2°C

B2 = 30°C

B3 = 50°C

Setiap perlakuan dilakukan pengamatan secara berkala setiap 7 hari sekali selama 28 hari (4 kali pengamatan).

Prosedur Penelitian

1. Pengemasan dan penyimpanan gula kelapa

Gula kelapa dimasukkan ke dalam kemasan masing masing hingga mencapai berat lebih kurang 100 gram. Kemudian kemasan vakum direkatkan menggunakan mesin vacuum sealer. Gula kelapa dalam kemasan kemudian disimpan pada kulkas (suhu 2°C), inkubator (suhu 30°C) dan oven (suhu 50°C).

2. Pengamatan perubahan mutu selama penyimpanan

Pengamatan perubahan mutu selama penyimpanan meliputi perubahan massa, perubahan warna (kecerahan (L^*), nilai chroma, nilai $^{\circ}\text{Hue}$) dan organoleptik (rasa, warna, tekstur) dilakukan setiap 7 hari sekali selama 28 hari.

3. Pendugaan umur simpan dengan pendekatan Arrhenius

20

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 suhu penyimpanan berbeda. Grafik hubungan skor parameter mutu dengan waktu penyimpanan menghasilkan nilai konstanta reaksi (k) dan koefisien determinasi (R^2) yang akan menentukan ordo reaksi (ordo nol atau ordo satu). Ordo reaksi yang dipilih adalah yang memiliki nilai koefisien determinasi paling besar. Selanjutnya nilai k dinyatakan dalam $\ln k$ dan dihubungkan dengan $1/T$ (dalam kelvin). Hasil plot tersebut akan menghasilkan persamaan garis dengan nilai slope sebagai energi aktivasi (E_a) dan intersep sebagai $\ln k_0$. Setelah nilai energi aktivasi dan $\ln k_0$ didapat, maka nilai konstanta kecepatan reaksi dapat dihitung menggunakan persamaan Arrhenius sebagai berikut :

13

Ordo 0 : $A = -A_0 + kt$ dan Ordo 1 : $\ln A = -\ln A_0 + kt$ (1)

Keterangan:

A_t = nilai parameter kualitas pada waktu t A_0 = nilai awal parameter kualitas A

k = laju perubahan mutu t = waktu penyimpanan

Ketergantungan nilai k terhadap suhu dijelaskan dengan menggunakan persamaan Arrhenius sebagai berikut:

$k = k_0 \cdot e^{-E_a/RT}$ yang kemudian diubah menjadi: $\ln k = \ln k_0 - E_a/RT$ (2)

keterangan :

k = laju reaksi k_0 = konstanta absolut

E_a = Energi aktivasi (J/mol) T = suhu kelvin ($273 + ^\circ\text{C}$)

R = konstanta gas (1,986 kal/mol.K)

Umur simpan ditentukan dengan persamaan:

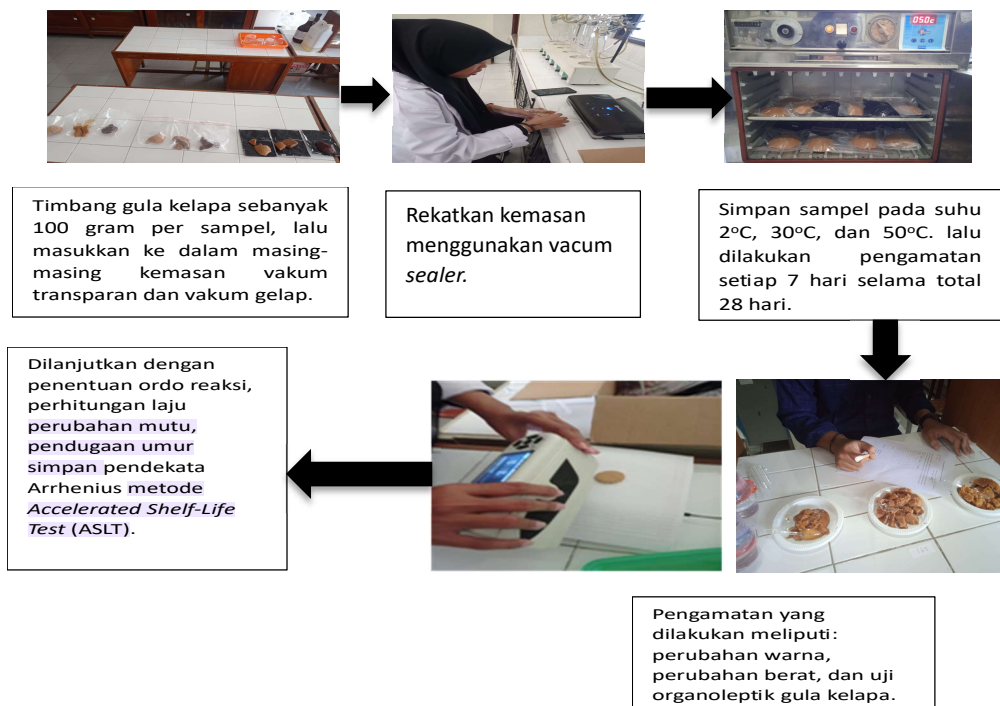
$t = (\ln A_0 - \ln A_t) / kT$ >>>> untuk laju ordo terpilih (3)

keterangan:

t = umur simpan A_0 = nilai mutu awal

A_t = nilai kritis mutu kT = laju kinetika perubahan mutu terpilih

Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir

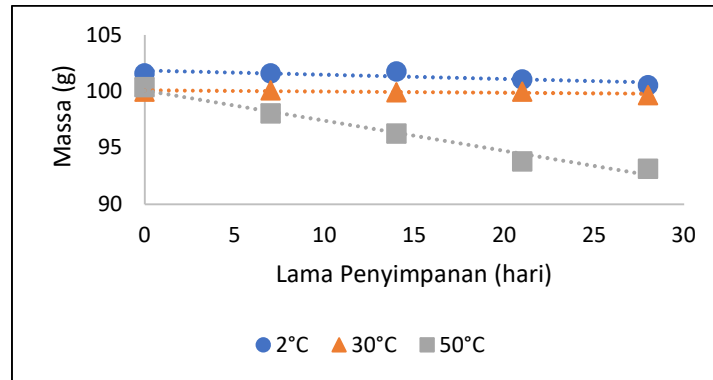
HASIL DAN PEMBAHASAN

<https://jurnal.instiperjogja.ac.id/index.php/AFT/article/view/89> | 5

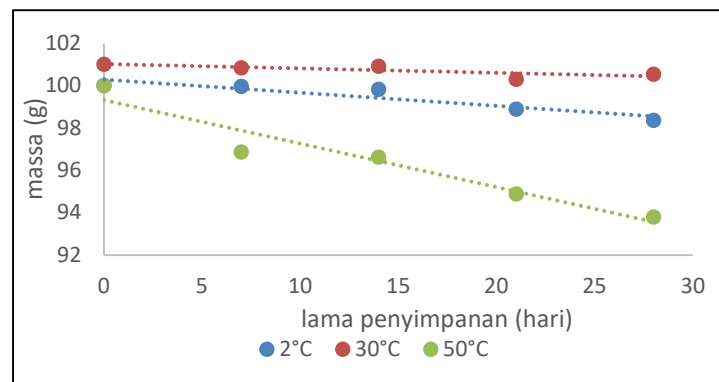
A. Perubahan Mutu Gula Kelapa Selama Penyimpanan

1. Perubahan Berat Gula Kelapa

Data hasil perubahan berat gula kelapa selama penyimpanan disajikan pada grafik berikut ini.



Gambar 2. Perubahan berat pada kemasan vakum transparan

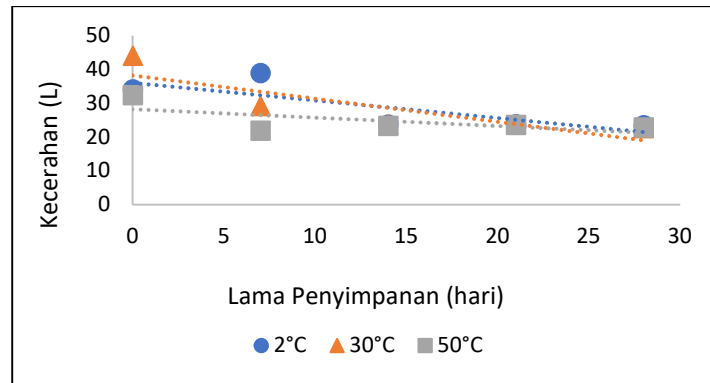


Gambar 3. Perubahan berat pada kemasan vakum gelap

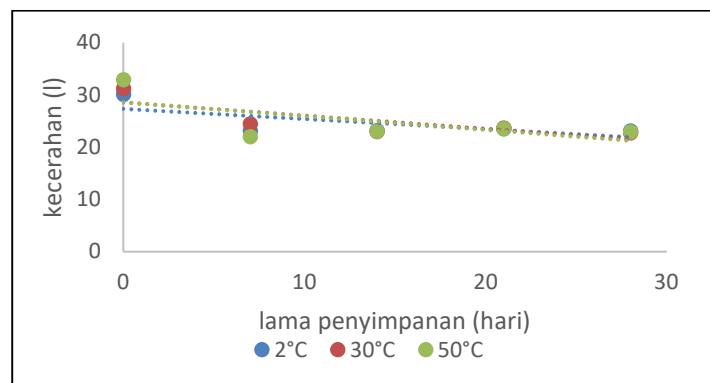
Hasil dari penelitian yang telah dilakukan didapat data bahwa gula kelapa yang dikemas menggunakan kemasan vakum transparan dan vakum gelap mengalami penurunan berat setelah 28 hari penyimpanan. Perubahan massa pada masa penyimpanan gula kelapa sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor utama, terutama yang berkaitan dengan kadar air dan interaksinya dengan lingkungan. Sifat gula kelapa mudah menarik air (*higroskopis*) sehingga gula tersebut cepat menjadi lembek, tergantung juga pada kelembapan relatif suhu dan suhu penyimpanan yang Dimana semakin kering maka semakin cepat air menguap dan massa gula berkurang (Hendarto, 2013).

2. Perubahan warna (*Lightness*, *°Hue* dan *Chroma*)

Adapun data hasil perubahan warna gula kelapa selama penyimpanan disajikan pada gambar berikut.



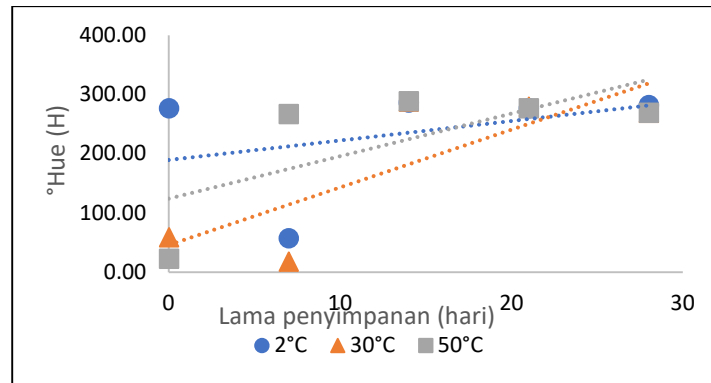
Gambar 4. Perubahan kecerahan (*lightness*) pada kemasan vakum transparan



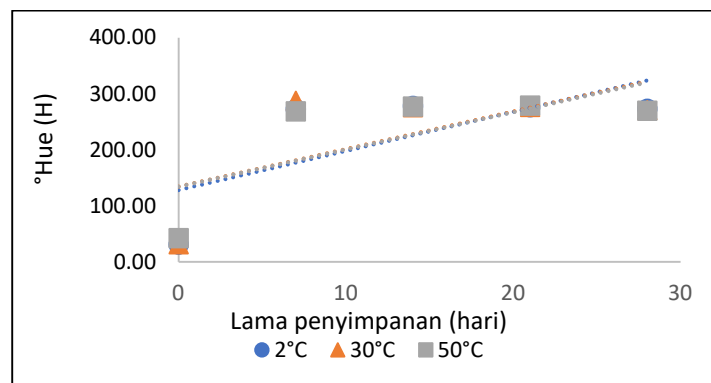
Gambar 5. Perubahan kecerahan (*lightness*) pada kemasan vakum gelap

Perubahan kecerahan pada gula kelapa yang menjadi lebih gelap adalah hasil dari berbagai reaksi kimia dan fisik. Perubahan kecerahan pada gula kelapa yang menjadi lebih gelap adalah hasil dari berbagai reaksi kimia dan fisik. Proses perubahan pada warna bahan menjadi berwarna kecoklatan disebut sebagai browning process. Selain terjadi pada buah, browning juga bisa terjadi pada bahan makanan lainnya contohnya terjadi pada gula dan roti tawar. Proses pencoklatan pada bahan makanan dapat dibagi menjadi dua reaksi utama, yaitu pencoklatan enzimatis, dan pencoklatan non-enzimatis (Arsa, 2016).

Adapun data hasil perubahan nilai °Hue gula kelapa yang terjadi selama penyimpanan disajikan pada gambar berikut ini.



Gambar 6. Grafik nilai °Hue pada kemasan vakum transparan

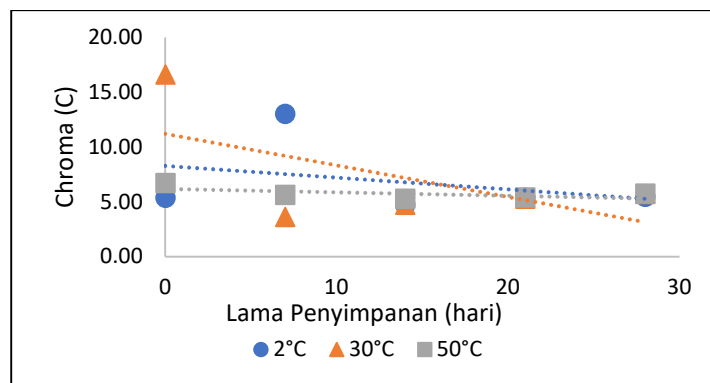


Gambar 7. Grafik analisa °Hue pada kemasan vakum gelap

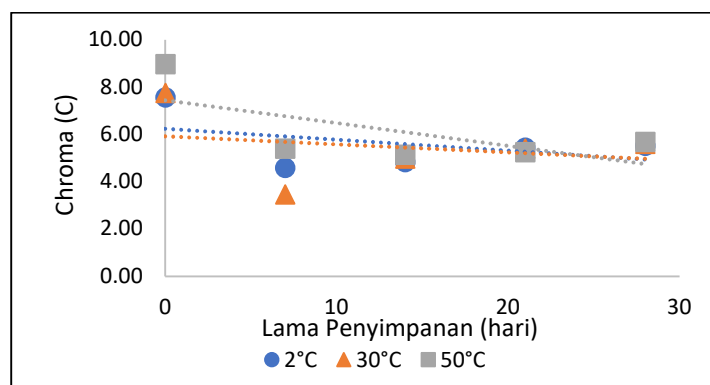
Rata-rata nilai hue (rona) pada gula kelapa yang diuji adalah 0-60°, yang mewakili warna kuning. Akan tetapi, selama penyimpanan, warnanya berubah dan mencapai rentang 17°-300°, yang merepresentasikan warna magenta.

Menganalisa nilai hue suatu produk pangan memiliki tujuan untuk menunjukkan kontrol kualitas produk pangan, warna yang dinilai berdasarkan lokasi spektrum dan kedudukan yang dapat dilihat dari panjang gelombang disebut sebagai hue. Nilai hue menyatakan panjang gelombang yang dominan untuk menentukan beberapa warna seperti merah, hijau, kuning, biru dan lembayung (Fadhlurrohman et al., 2023).

Adapun hasil perubahan nilai chroma gula kelapa yang terjadi selama penyimpanan dapat dilihat pada grafik berikut ini.



Gambar 8. Perubahan nilai chroma pada kemasan vakum transparan



Gambar 9. Perubahan nilai chroma pada kemasan vakum gelap

Semua produk yang disimpan dalam kemasan vakum transparan atau vakum gelap menunjukkan penurunan tingkat chroma, hal ini menyebabkan warna gula kelapa memudar selama penyimpanan. Perubahan pada warna gula mengindikasikan terjadinya reaksi browning, khususnya reaksi browning non-enzimatik atau reaksi Maillard. Reaksi ini diawali dengan kondensasi antara gugus karbonil dengan gugus amino bebas dari asam amino, peptida, atau protein, yang menghasilkan produk akhir berwarna coklat yang disebut melanoidin. Laju pembentukan warna coklat ini meningkat seiring dengan meningkatnya suhu penyimpanannya (Dewi, 2018).

3. Perubahan mutu organoleptik (Rasa, Tekstur, dan Warna)

Adapun data hasil penelitian terhadap perubahan organoleptik warna gula kelapa selama penyimpanan disajikan pada tabel berikut ini.

Tabel 1. Hasil rerata organoleptik warna pada kemasan vakum tansparan

Hari Ke-	2°C	30°C	50°C
7	5	5	5

14	6	5	5
21	5	5	4
28	5	5	4

Tabel 2. Hasil rerata organoleptik warna pada kemasan vakum gelap

Hari Ke-	2°C	30°C	50°C
7	5	5	5
14	5	5	4
21	5	5	4
28	5	5	4

Hasil penelitian menunjukkan bahwa skor rata-rata panelis terhadap warna gula kelapa selama penyimpanan berkisar antara empat hingga enam, yang berarti neutral hingga suka. Warna gula kelapa yang sesuai SNI yaitu berwarna kuning kecoklatan hingga coklat. Perubahan warna yang cenderung berwarna coklat, hal ini dikarenakan adanya reaksi pencokelatan non enzimatis yaitu reaksi karamelisasi dan mailard, yang terjadi pada saat nira mengalami pemanasan (Purbowati et al., 2024).

Adapun data yang didapat hasil penelitian terhadap perubahan organoleptik rasa gula kelapa selama penyimpanan disajikan pada tabel berikut ini.

Tabel 3. Hasil rerata organoleptik rasa pada kemasan vakum transparan

Hari Ke-	2°C	30°C	50°C
7	6	5	6
14	5	6	5
21	6	5	5
28	6	5	5

Tabel 4. Hasil rerata organoleptik rasa pada kemasan vakum gelap

Hari Ke-	2°C	30°C	50°C
7	5	5	5
14	5	5	5
21	5	5	5
28	5	5	5

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rerata skor penilaian panelis terhadap rasa gula kelapa selama penyimpanan berkisar antara lima dan enam, yang berarti agak suka hingga suka. Rasa yang cenderung asam disebabkan oleh adanya kandungan asam-asam organik di dalamnya. Adanya asam-asam organik ini akan menyebabkan gula kelapa mempunyai aroma yang khas, sedikit asam dan berbau karamel. Rasa karamel pada gula kelapa diduga adanya reaksi karamelisasi akibat panas selama pemasakan. Gula kelapa memiliki nilai kemanisan 10% lebih manis dibandingkan dengan gula pasir. Adanya berbagai bahan dari berbagai jenis gula seperti sukrosa, fruktosa, glukosa dan maltosa menyebabkan rasanya manis (Sukoyo et al., 2014).

Adapun data hasil penilitan terhadap perubahan organoleptik tekstur gula kelapa selama penyimpanan disajikan pada tabel berikut ini.

Tabel 5. Hasil rerata organoleptik tekstur pada kemasan vakum transparan

Hari Ke-	2°C	30°C	50°C
7	5	5	5
14	5	5	5
21	6	5	5
28	5	5	5

Tabel 6. Hasil rerata organoleptik tekstur pada kemasan vakum gelap

Hari Ke-	2°C	30°C	50°C
7	5	5	5
14	6	5	5
21	5	5	4
28	5	5	4

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rerata skor penilaian panelis terhadap tekstur gula kelapa selama penyimpanan berkisar antara lima dan enam, yang berarti agak suka hingga suka. Gula kelapa memiliki sifat mudah menarik air atau higroskopis sehingga tekstur gula mudah menjadi lembek atau berair. Sebaliknya, jika gula kelapa terlalu kering, teksturnya bisa menjadi sangat keras dan akan mudah rapuh (Aminullah et al., 2022). (Kusnandar & Adawiyah, 2010) menyampaikan bahwa kerusakan tekstur selama penyimpanan adalah 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 kelapa disebabkan oleh perubahan tekstur akibat adanya perubahan kadar air.

19

B. Pendugaan Umur Simpan dengan Pendekatan Arrhenius

32

Penentuan umur simpan diawali dengan membuat regresi hubungan antara parameter pengamatan perubahan massa gula kelapa dengan lama penyimpanan. Kinetika penurunan mutu pada parameter perubahan massa gula kelapa mengikuti ordo reaksi nol (R^2 ordo 0 > R^2 ordo 1). Nilai slope atau kemiringan dari persamaan regresi yang diperoleh merupakan konstanta laju reaksi (k) pada suhu tertentu. Laju reaksi (Reaction rate), yaitu perubahan konsentrasi reaktan atau produk terhadap waktu (Nasution et al., 2014).

1. Perubahan berat gula kelapa

Adapun hasil dari persamaan regresi linear untuk interaksi perubahan massa gula kelapa pada berbagai variasi suhu dan jenis kemasan terhadap lama penyimpanan disajikan pada Tabel.7

Tabel 7. Nilai laju kinetika reaksi dan koefisien determinasi perubahan massa

Parameter mutu fisik	Jenis Kemasan	Suhu (°C)	Persamaan regresi linear	Nilai k	Nilai R^2	Persamaan regresi linear	Nilai k	Nilai R^2
			Ordo 0			Ordo 1		
Perubahan massa	Vakum transparan	2°C	$y = -0,0377x + 101,86$ $R^2 = 0,6896$	0,0377	0,6896	$y = -0,0945x + 5,5018$ $R^2 = 0,4305$	0,0945	0,4305
		30°C	$y = -0,0107x + 100,1$ $R^2 = 0,5818$	0,0107	0,5818	$y = -0,094x + 5,4828$ $R^2 = 0,4291$	0,094	0,4291
		50°C	$y = -0,2676x + 100,09$ $R^2 = 0,9756$	0,2676	0,9756	$y = -0,0948x + 5,4652$ $R^2 = 0,4432$	0,0948	0,4432
	Vakum gelap	2°C	$y = 0,068x + 99,081$ $R^2 = 0,1679$	0,068	0,1679	$y = 0,0942x + 5,4817$ $R^2 = 0,4318$	0,0942	0,4318
		30°C	$y = -0,0178x + 101$ $R^2 = 0,6627$	0,0178	0,6627	$y = -0,0943x + 5,4932$ $R^2 = 0,4296$	0,0943	0,4296
		50°C	$y = -0,2116x + 99,38$ $R^2 = 0,9594$	0,2116	0,9594	$y = -0,0945x + 5,4602$ $R^2 = 0,4398$	0,0945	0,4398

30

Adapun hasil dari perhitungan persamaan regresi linier dari plot $\ln k$ dan $1/T$ pada perubahan massa gula kelapa untuk kemasan vakum transparan yaitu $y = -2896,2x + 6,6409$ dengan $R^2 = 0,2373$, untuk kemasan vakum gelap persamaan regresi linearnya yaitu $y = -1497,5x + 2,2514$ dengan $R^2 = 0,1087$. Semakin kecil harga $\ln k$ maka harga $1/T$ rata-rata semakin besar. Ini

6

37

membuktikan bahwa semakin tinggi temperatur maka energi aktivasinya akan semakin kecil dan semakin sedikit waktu yang diperlukan sehingga akan memperbesar harga laju reaksi. Semakin tinggi suhu juga berpengaruh dimana akan meningkatkan laju reaksi yang disebabkan oleh semakin banyak monomer glukosa yang akan terlepas dari ikatannya (Daryono & Mustiadi, 2020).

2. Perubahan warna (Kecerahan, °Hue dan Chroma) gula kelapa

Perubahan warna pada gula kelapa yang dijadikan sebagai parameter warna yang termasuk ke dalam perhitungan umur simpan adalah nilai kecerahan, nilai hue dan chroma. Persamaan regresi untuk nilai L selama penyimpanan dapat dilihat pada Tabel.8

Tabel 8. Adapun disajikan hasil penelitian nilai laju kinetika reaksi dan koefisien determinasi perubahan kecerahan

Paraemete r mutu fisik	Jenis Kemasa n	Suhu (°C)	Persamaan regresi linear	Nilai k	Nilai R ²	Persamaan regresi linear	Nilai k	Nilai R ²
			Ordo 0			Ordo 1		
Perubahan (<i>Lightness</i>) kecerahan	Vakum transpara n	2°C	y = -0,5199x + 36,044 R ² = 0,6272	0,5199	0,6272	y = -0,0177x + 3,583 R ² = 0,6561	0,0177	0,656 1
		30°C	y = -0,6857x + 38,238 R ² = 0,7233	0,6857	0,7233	y = -0,0219x + 3,6279 R ² = 0,7717	0,021	0,771 7
		50°C	y = -0,2486x + 28,258 R ² = 0,4122	0,2486	0,4122	y = -0,089x + 3,3243 R ² = 0,3925	0,089	0,392 5
	Vakum gelap	2°C	y = -0,0151x + 25,677 R ² = 0,0035	0,0151	0,0035	y = -0,0694x + 3,8803 R ² = 0,4818	0,0694	0,481 8
		30°C	y = -0,0626x + 26,807 R ² = 0,0534	0,0626	0,0534	y = -0,071x + 3,9203 R ² = 0,4982	0,071	0,498 2
		50°C	y = -0,0627x + 26,735 R ² = 0,0346	0,0627	0,0346	y = -0,0708x + 3,9082 R ² = 0,4955	0,0708	0,495 5

Persamaan regresi linier dari plot ln k dan 1/T pada perubahan kecerahan gula kelapa yaitu $y = 1148,5x + 4,6485$ dengan $R^2 = 0,357$ untuk kemasan vakum transparan, $y = -2792,8x + 6,0951$ dengan $R^2 = 0,8604$ untuk kemasan vakum gelap. Penurunan kecerahan pada gula disebabkan oleh faktor suhu penyimpanan, dimana semakin tinggi suhu pada penyimpanan

maka kecerahan produk semakin rendah (semakin gelap). Hal ini juga didukung bahwa semakin lama produk disimpan pada suhu tinggi, maka semakin banyak senyawa melanoid yang dihasilkan sehingga produk semakin coklat (Sari et al., 2024).

Adapun hasil perhitungan persamaan regresi linear terhadap parameter °Hue selama penyimpanan dapat dilihat pada Tabel.9

Tabel 9. Disajikan nilai laju kinetika reaksi dan koefisien determinasi nilai °Hue

Parameter mutu fisik	Jenis Kemasan	Suhu (°C)	Persamaan regresi linear	Nilai k	Nilai R ²	Persamaan regresi linear	Nilai k	Nilai R ²
			Ordo 0			Ordo 1		
Nilai Hue	Vakum transparan	2°C	$y = 3,2868x + 189,56$ $R^2 = 0,1328$	3,2868	0,1328	$y = 0,0231x + 4,9943$ $R^2 = 0,1289$	0,0231	0,1289
		30°C	$y = 9,7397x + 45,936$ $R^2 = 0,661$	9,7397	0,661	$y = 0,083x + 3,6035$ $R^2 = 0,5345$	0,083	0,5345
		50°C	$y = 7,178x + 124,17$ $R^2 = 0,4909$	7,178	0,4909	$y = 0,0715x + 4,1143$ $R^2 = 0,4975$	0,0715	0,4975
	Vakum gelap	2°C	$y = 6,9783x + 128,23$ $R^2 = 0,4996$	6,9783	0,4996	$y = 0,0628x + 4,2972$ $R^2 = 0,4999$	0,0628	0,4999
		30°C	$y = 6,898x + 134,5$ $R^2 = 0,4506$	6,898	0,4506	$y = 0,0612x + 4,3306$ $R^2 = 0,4801$	0,0612	0,4801
		50°C	$y = 6,6406x + 134,23$ $R^2 = 0,5047$	6,6406	0,5047	$y = 0,0535x + 4,4893$ $R^2 = 0,5024$	0,0535	0,5024

Persamaan regresi linier dari plot $\ln k$ dan $1/T$ pada perubahan nilai hue gula kelapa yaitu $y = -1622,5x + 7,2384$ dengan $R^2 = 0,6244$ untuk kemasan vakum transparan, $y = -1129,9x + 0,8473$ dengan $R^2 = 0,3324$ untuk kemasan vakum gelap. Nilai E_a akan menunjukkan energi minimum yang diperlukan untuk perubahan atribut mutu, yang menentukan cepat atau lambatnya suatu reaksi berlangsung. E_a yang rendah maka berlangsung lebih cepat dan sebaliknya jika E_a yang tinggi terjadi lebih lambat. Pada laju reaksi nilai hue gula kelapa hubungannya berbanding lurus, maka semakin tinggi suhunya maka semakin cepat laju perubahan warna gula kelapa menjadi coklat yang dipengaruhi oleh reaksi maillard (Sari et al., 2024).

Adapun hasil perhitungan persamaan regresi linear untuk parameter chroma selama penyimpanan dapat dilihat pada Tabel.10. Kinetika perubahan nilai chroma mengikuti reaksi ordo nol.

Tabel 10. Disajikan nilai laju kinetika terhadap reaksi dan koefisien determinasi nilai chroma

Paraemete r mutu fisik	Jenis Kemasan	Suhu (°C)	Persamaan regresi linear	Nilai k	Nilai R ²	Persamaan regresi linear	Nilai k	Nilai R ²
			Ordo 0			Ordo 1		
Nilai Chroma	Vakum transparan	2°C	$y = -0,1071x + 8,2826$ $R^2 = 0,1147$	0,1071	0,1147	$y = -0,0122x + 2,0058$ $R^2 = 0,1074$	0,012 2	0,107 4
		30°C	$y = -0,2878x + 11,208$ $R^2 = 0,3569$	0,2878	0,3569	$y = -0,0251x + 2,16$ $R^2 = 0,2244$	0,025 1	0,224 4
		50°C	$y = -0,0312x + 6,1836$ $R^2 = 0,3686$	0,0312	0,3686	$y = -0,0051x + 1,8162$ $R^2 = 0,354$	0,005 1	0,354
	Vakum gelap	2°C	$y = -0,0463x + 6,2354$ $R^2 = 0,1905$	0,0463	0,1905	$y = -0,0066x + 1,7965$ $R^2 = 0,1397$	0,006 6	0,139 7
		30°C	$y = -0,034x + 5,9169$ $R^2 = 0,0598$	0,034	0,0598	$y = -0,003x + 1,7031$ $R^2 = 0,0132$	0,003	0,013 2
		50°C	$y = -0,0963x + 7,4394$ $R^2 = 0,4303$	0,0963	0,4303	$y = -0,0135x + 1,9717$ $R^2 = 0,4098$	0,013 5	0,409 8

Hasil dari perhitungan persamaan regresi linier dari plot $\ln k$ dan $1/T$ pada perubahan kecerahan gula kelapa yaitu $y = 1764,9x - 8,2177$ dengan $R^2 = 0,1871$ untuk kemasan vakum transparan, $y = -1129,9x + 0,8473$ dengan $R^2 = 0,3324$ untuk kemasan vakum gelap.

Karakteristik gula kelapa dikenal punya warna dan tekstur yang mudah rusak, sehingga selama penyimpanan kualitas gula menurun drastis. Kualitas gula ditentukan oleh sukrosa yang terkandung dalam gula. Kandungan sukrosa yang tinggi menyebabkan kualitas gula akan lebih baik jika dibanding dengan kandungan sukrosa yang rendah. Ciri dari perbedaan kualitas gula dapat diketahui dari ketampakan warna dan teksturnya. Reaksi hidrolisis sukrosa dan semakin besar absorptivitas maka dapat mempengaruhi warna yang terbentuk pada bahan yang mengandung sukrosa. Semakin banyak kandungan sukrosa yang terhidrolisis maka warna yang terbentuk akan semakin gelap (Sari et al., 2024)

3. Perubahan mutu organoleptik selama penyimpanan

Disajikan hasil laju kinetika perubahan terhadap gula kelapa pada masa penyimpanan mengikuti reaksi ordo nol. Berdasarkan data Tabel 11. pada parameter rasa suhu penyimpanan 2°C memiliki nilai k paling besar yaitu 5,42 dan nilai R² hanya mendapat nilai nol, sehingga perhitungan umur simpan tidak dapat dilanjutkan untuk mutu sensori organoleptik.

Tabel 11. Menyajikan nilai laju kinetika reaksi dan koefisien determinasi terhadap organoleptik

Paraemeter mutu fisik	Jenis Kemasan	Suhu (°C)	Nilai k	Nilai R ²
			Ordo 0	
Organoleptik Warna	Vakum transparan	2°C	0,0041	0,0313
		30°C	0,009	0,0899
		50°C	0,0529	0,7303
	Vakum gelap	2°C	0,046	0,5
		30°C	0,46	0,5
		50°C	0,0492	0,6423
Organoleptik Rasa	Vakum transparan	2°C	5,42	0
		30°C	0,0043	0,3569
		50°C	0,0364	0,3686
	Vakum gelap	2°C	0,0286	0,5
		30°C	00286	0,5
		50°C	0,0286	0,5
Organoleptik Tekstur	Vakum transparan	2°C	0,0057	0,0645
		30°C	0,0007	0,0009
		50°C	0,025	0,8578
	Vakum gelap	2°C	5,2	0
		30°C	0,0029	0,0833
		50°C	0,0021	0,0073

Hasil nilai laju kinetika perubahan mutu terhadap penilaian organoleptik gula kelapa pada masa penyimpanan mengikuti reaksi ordo nol. Sehingga nantinya pada pendugaan umur simpan digunakan perhitungan berdasarkan reaksi ordo nol. Laju kinetika reaksi (k) menunjukkan bahwa laju penurunan mutu yang terjadi pada produk selama penyimpanan dan pada kondisi yang sudah ditentukan. Pada parameter rasa suhu penyimpanan 2°C memiliki nilai k paling besar yaitu 5,42 dan nilai R² hanya mendapat nilainol, sehingga perhitungan umur simpan tidak dapat

dilanjutkan untuk mutu sensori organoleptik karena untuk melanjutkan perhitungan umur simpan produk harus memiliki sepasang nilai ordo.

C. Penentuan Parameter Kritis dan Titik Kritis Produk

Parameter yang digunakan adalah yang memiliki energi aktivasi paling rendah digunakan untuk menentukan umur simpan. Reaksi berjalan lebih cepat dengan nilai energi aktivasi yang lebih rendah, yang berarti kontribusi kerusakan produk meningkat dengan kecepatan. Didapati parameter perubahan berat gula kelapa memiliki angka energi aktivasi terendah, menurut Tabel 12. Nilai persamaan regresi linier digunakan untuk perhitungan yang menentukan umur simpan produk gula kelapa. Nilai k yang didapat pada suhu penyimpanan masing-masing kemudian diperoleh dengan menggunakan persamaan ini. Setelah diketahui parameter kritis produk, yaitu perubahan berat gula kelapa, berat kritis produk selanjutnya dihitung.

Tabel 12. Persamaan Arrhenius dan energi aktivasi setiap parameter

Paraemeter mutu	Jenis Kemasan	Persamaan Arrhenius	Energi aktivasi (kal/mol)
Perubahan massa	Vakum transparan	$y = -2896,2x + 6,6409$	5751,85
	Vakum gelap	$y = -1497,5x + 2,2514$	17015,8408
Perubahan kecerahan	Vakum transparan	$y = 1148,5x - 4,6485$	1,4290
	Vakum gelap	$y = -2792,88x + 6,0951$	2,7726
Nilai Hue	Vakum transparan	$y = -1622,5x + 7,2384$	1391,8652
	Vakum gelap	$y = 95,145x + 1,594$	4,1599
Nilai Chroma	Vakum transparan	$y = 1764,9x - 8,2177$	1,2057
	Vakum gelap	$y = -1129,9x + 0,8473$	4,5727

Menurut penelitian (Dewi, 2018), gula semut aren yang disimpan tanpa kemasan pada suhu 30°C dan kelembapan relatif 97% didapati memiliki kadar air kritis sebesar 5,9%. Melebihi kadar air ini, gula semut akan menggumpal karena menyerap uap air. Dalam penelitian ini maka, diasumsikan bahwa gula kelapa akan mengalami penurunan massa sebesar 6% dari massa awal akibat penyerapan kelembapan selama gula kelapa disimpan. Langkah selanjutnya yang dilakukan setelah massa gula kelapa kritis diperoleh adalah perhitungan untuk menentukan umur simpan dengan menggunakan perhitungan Arrhenius hasil perhitungan umur simpan produk untuk parameter perubahan massa dapat dilihat pada Tabel.13

Tabel 13. Nilai umur simpan gula kelapa berdasarkan parameter perubahan massa

Jenis Kemasan	Umur Simpan (hari)		
	2° C	30° C	50° C
Vakum transparan	298	111	62
Vakum gelap	146	89	65

Gula kelapa yang disimpan menggunakan jenis kemasan vakum transparan dapat bertahan hingga 298 hari pada suhu 2°C, sedangkan dalam kemasan vakum gelap dapat bertahan sampai 146 hari. Kemudian pada suhu penyimpanan 30°C, masa simpannya berkurang umur simpannya menjadi 111 hari untuk kemasan yang dikemas menggunakan jenis vakum transparan dan juga 89 hari untuk jenis kemasan vakum berwarna gelap. Sementara itu, pada suhu 50°C, gula kelapa dalam kemasan vakum transparan dapat bertahan selama 62 hari, sedangkan dalam kemasan vakum gelap hanya 65 hari.

Kemasan vakum transparan dan vakum gelap yang dipakai berbahan dasar Polyethylene (PE) dan nilon poliamida (PA). jenis kemasan plastik PE memiliki kekuatan permeabilitas gas yang rendah, sehingga diasumsikan cocok digunakan untuk membungkus atau menyimpan bahan-bahan makanan yang membutuhkan perlindungan lebih terhadap kontaminasi oksigen dan kelembaban (Deglas, 2023).

Permukaan suatu bahan yang berwarna hitam memiliki kemampuan penyerap panas lebih baik dibanding permukaan warna putih pada daya atau sumber radiasi yang sama. Semakin tinggi daya, maka semakin besar kalor yang diserap, baik oleh permukaan warna hitam maupun permukaan warna putih. Pada permukaan warna hitam, semakin tinggi daya maka pencapaian suhu maksimalnya akan semakin cepat. Pada permukaan bahan yang berwarna putih, semakin tinggi daya maka pencapaian suhu maksimalnya akan semakin lama. Perubahan suhu yang paling signifikan dimiliki oleh warna hitam jika dibanding warna putih dan warna-warna terang lainnya. Warna bahan yang dominan gelap merupakan penghantar kalor yang lebih baik, maka gula kelapa yang disimpan menggunakan kemasan vakum berwarna gelap akan lebih mudah rusak karena menerima panas yang lebih baik (Warna et al., 2024).

40

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian ini, maka dapat disimpulkan yang menjadi parameter kritis dalam penentuan umur simpan gula kelapa yaitu parameter perubahan massa gula kelapa. Jenis kemasan dan variasi suhu penyimpanan yang dapat mempertahankan umur simpan gula kelapa paling lama yaitu gula kelapa yang menggunakan kemasan vakum transparan dan suhu penyimpanan terbaik untuk menyimpan gula kelapa adalah 2°C yang dapat mempertahankan umur simpan selama 298 hari.

SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, rekomendasi untuk metode ASLT Dalam pemilihan kemasan dapat dipilih jenis kemasan yang selain dapat melindungi gula kelapa dari paparan sinar matahari secara langsung, namun juga kemasan yang dapat mempertahankan umur simpan yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminullah, A., Hadiati, N., & Rohmayanti, T. (2022). Penggunaan kemasan plastik polietilen biodegradable terhadap umur simpan gula kelapa. *Pro Food*, 8(2), 83–92.
<https://doi.org/10.29303/profood.v8i2.265>
- Arsa, M. (2016). Proses Pencoklatan (Browning Process) Pada Bahan Pangan. *Jurusan Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana Denpasar*, 1–12.
<https://repositori.unud.ac.id/protected/storage/upload/repositori/39d25529666391a5efb308dbdc412214.pdf>
- Arumsari, V., & Siti, D. A. N. (2011). *AGROINDUSTRI PANGAN LOKAL (Suatu Kajian Agroindustri Gula Kelapa Kristal di Kecamatan Kokap Kabupaten Kulon Progo Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta)*. 8(1), 35–41.
- Daryono, E. D., & Mustiadi, L. (2020). Jurnal Teknik Kimia USU. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 09(2), 80–86.
- Deglas, W. (2023). Pengaruh Jenis Plastik Polyethylene (Pe), Polypropylene (Pp), High Density Polyethylene (Hdpe), Dan Overheated Polypropylene (Opp) Terhadap Kualitas Buah Pisang Mas. *Jurnal Pertanian Dan Pangan*, 5(1), 33–42.
- Dewi, A. (2018). *PENDUGAAN UMUR SIMPAN GULA SEMUT AREN DENGAN METODE ARRHENIUS*. 3(2), 91–102.
- Fadhurrohman, I., Setyawandani, T., & Sumarmono, J. (2023). Karakteristik Warna (Hue, Chroma, Whiteness Index), Rendemen, dan Persentase Whey Keju dengan Penambahan Teh Hitam Orthodox (Camellia sinensis var. assamica). *JITIPARI (Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Industri Pangan UNISRI)*, 8(1), 10–19.
<https://doi.org/10.33061/jitipari.v8i1.8133>
- Hasany, M. R., Afrianto, E., & Pratama, R. I. (2017). Pendugaan Umur Simpan Menggunakan Metode Accelerated Shelf Life Test (Aslt) Model Arrhenius Pada Fruit Nori. *Jurnal Perikanan Dan Ilmu Kelautan*, 8(1), 48–55.
<http://jurnal.unpad.ac.id/jpk/article/viewFile/13887/6644>
- Hendarto. (2013). *Perubahan kimia gula kelapa cetak yang dibuat dari nira dengan pH berbeda selama penyimpanan*. 47.
- Kusnandar, F., & Adawiyah, D. R. (2010). BERDASARKAN PENDEKATAN KADAR AIR KRITIS [Accelerated Shelf-life Testing of Biscuits Using a Critical Moisture Content Approach]. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, XXI(2), 1–6.
- Nasution, M. B., Arifah, M., Tsabitah, R. N., Studi, P., Kimia, P., Tarbiyah, I., Uin, K., Hidayatullah, S., & Abstrak, J. (2014). Pengamatan Laju Reaksi Terhadap Faktor-Faktor Yang Mempengaruhinya. *Chemistry Education, Laju Reaksi*, 2–3.
- Nirwana, N. K., Eris, F. R., Riyanto, R. A., & Putri, N. A. (2022). Pendugaan Umur Simpan Food Bar Talas Beneng Metode Accelerated Shelf-Life Testing (Aslt) Model Arrhenius Dengan Kemasan Aluminium Foil. *Prosiding Seminar Nasional Instiper*, 1(1), 323–331.
<https://doi.org/10.55180/pro.v1i1.269>
- Purbowati, I. S. M., Wijonarko, G., & Maksum, A. (2024). Evaluasi karakteristik gula kelapa cair dengan variasi penggunaan laru dan penambahan ekstrak rosela. *Agrointek : Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 18(3), 667–677.
<https://doi.org/10.21107/agrointek.v18i3.15168>
- Sari, C. F., Cherie, D., Teknik, D., Pertanian, F. T., & Andalas, U. (2024). *Kinetika Reaksi Warna Gula Merah Tebu Cetak dengan Penambahan Bubuk Kayu Manis*. 18(2), 85–

92. <https://doi.org/10.24198/jt.vol18n2.1>

Sukoyo, A., Argo, B. D., & Yulianingsih, R. (2014). Analisis Pengaruh Suhu Pengolahan dan Derajat Brix terhadap Karakteristik Fisikokimia dan Sensoris Gula Kelapa Cair dengan Metode Pengolahan Vakum. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*, 2(2), 170–180.

Syska, K., Nuroniah, N. S., & Ropiudin, R. (2023). Pendugaan Umur Simpan Gula Kelapa Kristal dalam Kemasan Vakum menggunakan Metode Accelerated Shelf Life Test (ASLT) Model Arrhenius. *Rona Teknik Pertanian*, 16(1), 69–80.
<https://doi.org/10.17969/rtp.v16i1.31499>

Warna, P., Terhadap, B., & Radiasi, N. (2024). *Schrodinger*. 5(1), 43–48.