



Artikel

## Pendugaan Umur Simpan Keripik Pisang Kapas (*Musa Comiculata*) dengan Metode Accelerated Shelf-Life Testing (ASLT) Model Arrhenius

*Estimating The Shelf-Life of Kapas Banana Chips Using The Accelerated Shelf-Life Testing (ASLT) Arrhenius Model Method*

Alifa Puti Rahmadanti<sup>1</sup>, Zainuri<sup>1</sup>, Qabul Dinanta Utama<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia

### Informasi Artikel

#### Genesis Artikel:

Diterima:  
19-12-2024  
Disetujui:  
28-01-2025

#### Keywords:

Accelerated Shelf-Life Testing (ASLT)  
Arrhenius  
Banana Chips Storage

### ABSTRACT

Shelf life is one of the main problems that is often found in micro and small enterprises (MSEs) that produce banana chips. As a product that has the potential to be marketed widely, it is necessary to estimate the shelf life of the product to fulfill the obligation to include expiry date on the packaging. Therefore, this study aims to determine the estimated shelf life of kapas banana chips. The method used to determine the shelf life of kapas banana chips in this research was Accelerated Shelf-Life Testing (ASLT) with the Arrhenius model. The experimental design in this research is a Completely Randomized Design (CRD) with factorial experiments. The banana chips that will be used as research samples are kapas banana chips that are fried and packaged using aluminum foil packaging and then stored at 3 different temperatures, namely 30°C, 40°C, and 50°C. Sample characteristic were observed on days 0, 5, 10, 15, and 20. The samples are then analyzed for chemical properties, physical properties, and sensory properties. Based on data on the rate of increase in FFA levels, the estimated shelf life of banana chips stored at temperatures of 30°C, 40°C, and 50°C is 93.53 days, 78.37 days, and 66.41 days, respectively. If banana chips are stored at room temperature (28°C), their shelf life is longer, namely 97 days. This study contributes to providing information on the shelf life of banana chip products in terms of maintaining food safety for consumers.

### ABSTRAK

Umur simpan termasuk salah satu masalah utama yang sering ditemukan pada usaha mikro kecil (UMK) yang memproduksi keripik pisang. Sebagai produk yang berpotensi untuk dipasarkan secara luas, diperlukan pendugaan umur simpan terhadap produk untuk memenuhi kewajiban pencantuman kadaluarsa pada kemasan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan perkiraan umur simpan perkiraan umur simpan keripik pisang kapas. Metode yang digunakan dalam penentuan umur simpan keripik pisang kapas pada penelitian ini adalah Accelerated Shelf-Life Testing (ASLT) dengan model Arrhenius. Metode penelitian yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan percobaan faktorial. Keripik pisang yang akan digunakan sebagai sampel penelitian merupakan keripik pisang kapas yang digoreng dan dikemas menggunakan jenis kemasan aluminium foil kemudian disimpan pada 3 suhu yang berbeda yaitu 30°C, 40°C, dan 50°C. Karakteristik sampel akan diamati pada hari ke- 0, 5, 10, 15, dan 20. Sampel tersebut kemudian dianalisis sifat kimia, sifat fisik, dan sifat organoleptik. Berdasarkan data laju peningkatan kadar FFA, perkiraan umur simpan keripik pisang yang disimpan pada suhu 30°C, 40°C, dan 50°C berturut-turut adalah sebesar 93,53 hari, 78,37 hari, dan 66,41 hari. Jika keripik pisang disimpan pada suhu ruang (28°C) maka umur simpannya menjadi lebih lama, yaitu 97 hari. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam menyediakan informasi umur simpan produk keripik pisang dalam hal menjaga keamanan pangan bagi konsumen.

#### Kata Kunci:

Accelerated Shelf-Life Testing (ASLT)  
Arrhenius  
Keripik pisang Penyimpanan



#### \*Penulis Korespondensi:

Email: [qabul.utama@unram.ac.id](mailto:qabul.utama@unram.ac.id)

doi: 10.30812/jtmp.v3i2.4736

Hak Cipta ©2025 Penulis, Dipublikasikan oleh Jurnal Teknologi dan Mutu Pangan

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi CC BY-SA (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

Cara Sitasi: Rahmadanti, A.P., Zainuri, Z., Utama, Q.D. (2025). Pendugaan Umur Simpan Keripik Pisang

Kapas (*Musa Comiculata*) dengan Metode Accelerated Shelf-Life Testing (ASLT) Model Arrhenius.

Jurnal Teknologi Dan Mutu Pangan, 3(2), 96-111. <https://doi.org/10.30812/jtmp.v3i2.4736>

## 1. PENDAHULUAN

Pisang (*Musa paradisiaca L.*) merupakan merupakan tanaman yang berasal dari kawasan Asia Tenggara termasuk Indonesia. Tanaman pisang dapat dibudidayakan dengan baik pada wilayah beriklim tropis, lembab, maupun panas sehingga mudah ditemukan. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik, sepanjang tahun 2021-2023 total produksi pisang Indonesia mencapai 9.245.427 ton dan Provinsi Nusa Tenggara Barat menyumbang 125.590 ton pisang. Salah satu wilayah Nusa Tenggara Barat yang memproduksi pisang adalah Desa Pakuan, Kecamatan Narmada, Kabupaten Lombok Barat. Total produksi pisang di Desa Pakuan lebih mendominasi jika dibandingkan hasil produksi tanaman lain seperti pepaya dan ubi kayu dengan kisaran produksi mencapai 1,62 ton/Ha (Ihromi et al., 2020).

Jenis pisang yang banyak diproduksi oleh masyarakat Desa Pakuan adalah pisang mas bali dan pisang kapas, akan tetapi jenis pisang mas bali lebih banyak diolah menjadi sale pisang dan keripik pisang (Gendis et al., 2024). Berlimpahnya hasil produksi pisang, khususnya pisang kapas (*Musa comiculata*) atau yang biasa disebut dengan pisang sulawesi oleh warga lokal Desa Pakuan mengakibatkan nilai jual pisang menjadi sangat rendah. Hal tersebut terjadi karena pisang merupakan salah satu buah yang mudah mengalami penurunan mutu sehingga umur simpannya relatif singkat jika tidak diolah. Pengolahan pisang kapas menjadi keripik merupakan salah satu cara untuk meningkatkan nilai ekonominya (Kamsiati, 2010).

Keripik merupakan salah satu produk yang memiliki kadar air dan aw (*water activity*) yang rendah sehingga umur simpannya relatif lebih lama. Meskipun termasuk dalam produk pangan yang memiliki umur simpan yang lama, keripik dapat mengalami penurunan mutu tergantung pada kondisi penyimpanan (Puspitasari et al., 2020). Penelitian mengenai pendugaan umur simpan beberapa keripik buah yang dilakukan oleh Ramanda et al. (2023) menjelaskan bahwa setiap jenis keripik buah memiliki umur simpan yang berbeda. Perbedaan tersebut disebabkan karena adanya perbedaan nilai kadar air pada produk. Keripik nangka dan keripik pisang yang dikemas menggunakan aluminium foil nylon memiliki umur simpan masing-masing selama 2,6 bulan dan 3 bulan. Sedangkan keripik nanas yang dikemas menggunakan metalize plastic paper memiliki umur simpan 4,2 bulan pada suhu 30°C. Penelitian lain yang dilakukan oleh Rangga et al. (2016) yang melakukan analisis untuk keripik pisang yang diproduksi oleh Sentra Industri Keripik Pisang Gang PU, menemukan bahwa keripik pisang yang disimpan dengan kemasan berbeda memiliki umur simpan yang berbeda pula. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa jenis kemasan keripik pisang berpengaruh terhadap umur simpan produk. Pendugaan umur simpan dilakukan menggunakan metode *Accelerated Shelf-Life Testing* (ASLT) model *Arrhenius* pada penyimpanan suhu 35°C, 45°C, dan 55°C dalam beberapa jenis kemasan yang berbeda. Nilai umur simpan kemudian dikonversi pada keadaan suhu ruang (25°C) untuk menunjukkan umur simpan yang sebenarnya. Umur simpan keripik pisang pada kemasan polietilen, polipropilen, dan aluminium foil berturut-turut adalah selama 3,57 bulan, 4,78 bulan, dan 5,17 bulan.

Meskipun telah banyak penelitian mengenai pendugaan umur simpan keripik pisang dan keripik buah, studi-studi tersebut cenderung berfokus pada produk keripik dari sentra industri tertentu atau berdasarkan pada perbedaan jenis kemasan yang digunakan. Sejauh ini belum ada penelitian yang secara spesifik menganalisis pendugaan umur simpan keripik pisang khususnya yang diproduksi di Desa Pakuan. Maka dari itu penelitian mengenai pendugaan umur simpan produk diperlukan untuk memberikan informasi ilmiah yang akurat mengenai daya simpan keripik pisang di wilayah tersebut dan sebagai dasar untuk pengembangan produk lebih lanjut. Hal ini menjadi celah penting untuk diteliti, mengingat bahwa setiap lokasi produksi memiliki karakteristik bahan baku, proses produksi, dan kondisi penyimpanan yang dapat memengaruhi kadar air, nilai aw, serta umur simpan produk. Umur simpan termasuk salah satu masalah utama yang sering ditemukan pada usaha mikro kecil (UMK) pangan olahan, khususnya pengolahan keripik pisang di Desa Pakuan. Sebagai produk yang berpotensi untuk dipasarkan secara luas, diperlukan pendugaan umur simpan terhadap produk untuk memenuhi kewajiban pencantuman kadaluarsa pada kemasan. Maka dari itu tujuan dari penelitian ini adalah untuk memprediksi umur simpan dari produk keripik pisang kapas yang diproduksi oleh produsen keripik pisang di Desa Pakuan, Kecamatan Narmada, Kabupaten Lombok Barat. Informasi tersebut merupakan bentuk perlindungan kesehatan dan keamanan bagi konsumen berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 69 tahun 1999 tentang Label dan Iklan Pangan [Peraturan Pemerintah Republik Indonesia \(1999\)](#).

## 2. BAHAN DAN METODE

### 2.1. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam pembuatan produk pada penelitian ini adalah baskom, kompor, pengiris keripik pisang, pisau, sealer, spatula, spinner, tissue dapur (Paseo), dan wajan. Adapun alat-alat yang digunakan untuk pengamatan parameter pada penelitian ini adalah botol timbang, buret, colorimeter (CHN Spec), desikator, erlenmeyer, gelas beaker, gelas ukur, inkubator (Memmert), mortar dan alu, pipet tetes, pipet volume 25 ml, penjepit cawan, sarung tangan, spatula lab, statif, oven (Memmert), *texture analyzer* (Brookfield), dan timbangan analitik (Kern).

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan produk pada penelitian ini adalah air, asam sitrat (Cap Gajah), garam (Cap Kapal), kemasan aluminium foil, minyak goreng (Minyakita), dan pisang kapas. Adapun bahan-bahan yang digunakan untuk pengamatan parameter pada penelitian ini adalah aquades, etanol 95% larutan NaOH 0,1 N, dan indikator PP.

## 2.2. Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental yang dilaksanakan di Desa Pakuan dan Laboratorium. Rancangan percobaan dalam penelitian ini yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 faktor. Keripik pisang yang akan digunakan sebagai sampel penelitian merupakan keripik pisang kapas yang dikemas menggunakan jenis kemasan aluminium foil kemudian disimpan pada 3 suhu yang berbeda yaitu 30°C, 40°C, dan 50°C. Perubahan sampel akan diamati dan dianalisis sifat kimia (kadar air dan kadar FFA), sifat fisik (tekstur dan warna), serta sifat organoleptik (warna, tekstur, rasa, dan aroma) pada hari penyimpanan ke- 0, 5, 10, 15, dan 20. Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan metode *Accelerated Shelf-Life Testing* (ASLT) dengan model Arrhenius.

## 2.3. Pendugaan Umur Simpan Model Persamaan Arrhenius

Keripik pisang dikemas menggunakan aluminium foil dan disimpan pada suhu 30°C, 40°C, dan 50°C. Pengamatan dilakukan dengan dua kali ulangan dan diamati selama 20 hari dengan rentang pengamatan pada hari ke-0, 5, 10, dan 20 sehingga diperoleh 5 titik pengamatan. Langkah-langkah perhitungan umur simpan berdasarkan Nofrida et al. (2024) adalah sebagai berikut: Data hasil analisis setiap parameter diplotkan terhadap waktu (hari) dan didapatkan persamaan regresi linearnya pada persamaan 1 sehingga diperoleh tiga persamaan untuk tiga kondisi suhu penyimpanan produk yaitu.

$$y = ax + b \quad (1)$$

Keterangan:

- $y$  : Nilai karakteristik produk
- $x$  : Waktu penyimpanan (hari)
- $b$  : laju perubahan karakteristik (slope = laju penurunan mutu =  $k$ )
- $a$  : nilai karakteristik awal produk

Pemilihan ordo reaksi untuk suatu parameter dilakukan dengan cara membandingkan koefisien determinasi ( $R^2$ ) tiap persamaan regresi linear pada suhu yang sama). Ordo reaksi dengan nilai  $R^2$  yang lebih besar merupakan ordo reaksi yang digunakan oleh parameter tersebut. Nilai  $\ln k$  dan  $1/T(K - 1)$  yang merupakan parameter Arrhenius ditabulasikan, selanjutnya nilai  $\ln k$  diplotkan terhadap  $1/T(K - 1)$  dan didapatkan nilai *intersep* dan *slope* dari persamaan regresi linier seperti yang terlihat pada persamaan 2.

$$\ln k = \ln k_0 - \left( \frac{E_a}{R} \right) \times \left( \frac{1}{T} \right) \quad (2)$$

Keterangan:

- $\ln k_0$  : intersep
- $E_a/R$  : Slope
- $E_a$  : energi aktivasi
- $R$  : konstanta gas ideal (1,986 kal/mol)

Dari persamaan tersebut diperoleh nilai konstanta  $k_0$  yang merupakan faktor eksponensial dan nilai energi aktivasi ( $E_a$ ) reaksi perubahan karakteristik produk kemudian ditentukan model persamaan laju reaksi ( $k$ ) perubahan karakteristik produk siap pakai dengan  $k = k_0.e^{-E/RT}$ . Penentuan parameter kunci dengan melihat parameter yang mempunyai energi aktivasi terendah. Umur simpan dihitung dengan persamaan kinetika reaksi berdasarkan ordo reaksinya yaitu menggunakan persamaan Ordo 0 (??) dan persamaan ordo 1 (??).

$$t = \frac{(A_0 - A_t)}{k} \quad (3)$$

$$t = \frac{\ln(A_0 - A_t)}{k} \quad (4)$$

$t$  = umur simpan produk (hari)  $A_0$  = nilai atribut mutu di awal (hari ke-0)  $A_t$  = nilai atribut mutu di akhir (titik kritis)  $k$  = konstanta penurunan mutu

Keterangan:

- $t$  : umur simpan produk (hari)  
 $A_0$  : nilai atribut mutu di awal (hari ke-0)  
 $A_t$  : nilai atribut mutu di akhir (titik kritis)  
 $k$  : konstanta penurunan mutu

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Kadar Air

Kadar air keripik pisang pada penelitian ini telah memenuhi standar SNI 8370:2018 tentang Keripik Buah yaitu maksimal sebesar 5% (Badan Standarisasi Nasional Indonesia, 2018). Hasil pengamatan kadar air keripik pisang menunjukkan bahwa kadar air cenderung mengalami penurunan seiring dengan lamanya waktu penyimpanan. Namun, pada hari ke-5 dan ke-20 penyimpanan kadar air keripik pisang mengalami peningkatan. Pengaruh kombinasi suhu dan lama penyimpanan terhadap kadar air keripik pisang kapas dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisa Kadar Air Selama Penyimpanan

Waktu Penyimpanan (Hari)	Suhu Penyimpanan		
	30°C	40°C	50°C
	Kadar Air (%)		
0	1,77	1,77	1,77
5	2,31	2,17	1,99
10	1,28	1,31	1,32
15	1,09	1,11	1,15
20	1,78	1,58	1,5

Perubahan nilai kadar air dapat dipengaruhi oleh kelembaban lingkungan dan suhu penyimpanan produk. Faktor lain yang dapat menyebabkan kenaikan dan penurunan kadar air pada penelitian ini adalah keadaan silica gel pada desikator yang digunakan saat pengujian sudah jenuh, sehingga tidak efektif untuk menyerap kadar air dari sampel yang diujikan. Hasil pengamatan kadar air kemudian dibuat persamaan regresi linier yang dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Persamaan Regresi Linier Kadar Air Ordo 0

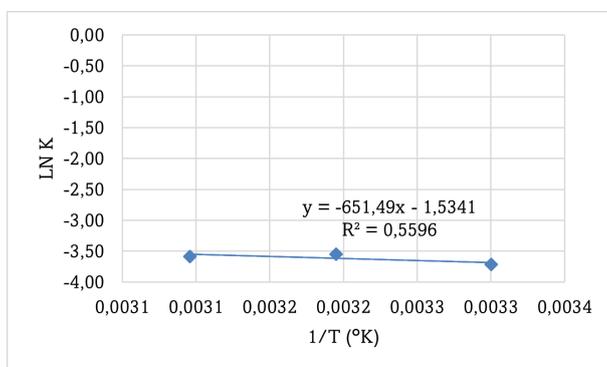
Suhu (°C)	Persamaan	R <sup>2</sup>
	Ordo 0	Ordo 0
30°C	$y = -0,0243x + 1,8891$	0,1600
40°C	$y = -0,0288x + 1,8774$	0,3071
50°C	$y = -0,0277x + 1,8239$	0,4227

Pemilihan ordo reaksi kadar air yang digunakan sebagai parameter pendugaan umur simpan dilakukan dengan cara membandingkan koefisien determinan (R<sup>2</sup>) tiap persamaan regresi linier pada suhu yang sama dari reaksi ordo 0 dan ordo 1. Ordo reaksi dengan nilai R<sup>2</sup> lebih besar merupakan ordo reaksi yang digunakan. Berdasarkan Tabel 2 dan 3 dapat diketahui bahwa kecepatan reaksi perubahan kadar air mengikuti ordo 0. Data pada tabel kemudian dibuat plot persamaan *Arrhenius* untuk perubahan kadar air perbandingan antara  $\ln k$  dan  $1/T$  yang dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 3. Persamaan Regresi Linier Kadar Air Ordo 1

Suhu (°C)	Persamaan	R <sup>2</sup>
	Ordo 1	Ordo 1
30°C	y = -0,0149x + 0,6130	0,1574
40°C	y = -0,0179x + 0,6158	0,2978
50°C	y = -0,0176x + 0,5934	0,4052

Persamaan regresi linier dari plot *Arrhenius* (ln k dan 1/T) di atas adalah  $\ln k = -651,49(1/T) - 1,5341$  dengan nilai  $R^2 = 0,5596$ . Sedangkan, nilai energi aktivasi perubahan kadar air keripik pisang sebesar 1293,86 kal/mol. Menurut [Wasono & Yuwono \(2014\)](#) penurunan kadar air pada suatu produk terjadi karena adanya interaksi antara produk dengan lingkungan dimana terjadi proses penguapan akibat perbedaan suhu produk dengan suhunya. Proses ini merupakan proses perpindahan uap air dari produk ke lingkungannya yang disebabkan oleh tingginya suhu lingkungan tempat penyimpanan produk. Selain itu, kelembaban udara yang rendah juga dapat mengurangi kadar air produk karena proses penyerapan kadar air dari udara ke dalam produk berkurang.



Gambar 1. Plot *Arrhenius* Perubahan Kadar Air

3.2. Kadar asam lemak bebas (*free fatty acid*)

Kadar FFA keripik pisang pada penelitian ini telah memenuhi standar SNI 8370:2018 tentang Keripik Buah yaitu maksimal sebesar 2,5% [Badan Standarisasi Nasional Indonesia \(2018\)](#). Hasil pengamatan kadar FFA keripik pisang menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu dan lama waktu penyimpanan, maka semakin tinggi kadar FFA pada keripik. Hal ini terjadi karena suhu yang tinggi dapat menyebabkan perubahan struktur lemak pada keripik, sehingga memungkinkan terjadinya perubahan kimia yang meningkatkan kadar FFA ([Soliawati & Utama, 2024](#)). Pengaruh kombinasi suhu dan lama penyimpanan terhadap kadar FFA keripik pisang kapas dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Analisa Kadar FFA Selama Penyimpanan

Waktu Penyimpanan (Hari)	Suhu Penyimpanan		
	30°C	40°C	50°C
	Kadar FFA (%)		
0	0,67	0,67	0,67
5	0,72	0,74	0,80
10	0,90	1,02	1,43
15	0,95	0,93	1,17
20	0,96	1,04	1,11

Selain itu, proses pembuatan keripik juga mempengaruhi kadar FFA, keripik dengan metode penggorengan

*vacuum frying* dan yang melewati proses penirisan dengan *spinner* umumnya memiliki kadar FFA yang lebih rendah (Rahmadi et al., 2021). Kenaikan nilai FFA keripik pada hari ke-10 diduga disebabkan karena ketebalan irisan pisang, keripik yang lebih tebal akan lebih banyak menyerap minyak dibandingkan keripik yang tipis sehingga nilai FFA akan meningkat. Hasil pengamatan kadar FFA kemudian dibuat persamaan regresi linier yang dapat dilihat pada Tabel 5 dan 6.

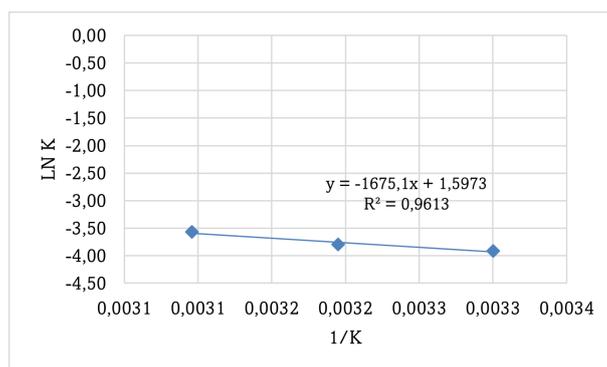
Tabel 5. Persamaan Regresi Linier Kadar FFA Ordo 0

Suhu (°C)	Persamaan	R <sup>2</sup>
	Ordo 0	Ordo 0
30°C	$y = 0,0162x + 0,6772$	0,8937
40°C	$y = 0,0188x + 0,6899$	0,7814
50°C	$y = 0,0253x + 0,7820$	0,4342

Tabel 6. Persamaan Regresi Linier Kadar FFA Ordo 1

Suhu (°C)	Persamaan	R <sup>2</sup>
	Ordo 1	Ordo 1
30°C	$y = 0,0200x - 0,3861$	0,8857
40°C	$y = 0,0225x - 0,3706$	0,7909
50°C	$y = 0,0282x - 0,2839$	0,5258

Berdasarkan Tabel 5 dan 6 dapat diketahui bahwa kecepatan reaksi perubahan kadar air mengikuti ordo 1. Laju reaksi kimia yang dapat memicu kerusakan produk pangan umumnya mengikuti laju reaksi ordo 0 dan ordo 1. Sedangkan tipe kerusakan bahan pangan yang termasuk dalam reaksi ordo satu adalah ketengikan, pertumbuhan mikroorganisme, produksi *off flavor* oleh mikroba, kerusakan vitamin dalam makanan kaleng dan makanan kering; dan kehilangan mutu protein (makanan kering) Labuza & Schmidl (1985). Data pada tabel kemudian dibuat plot persamaan *Arrhenius* untuk perubahan kadar air perbandingan antara  $\ln k$  dan  $1/T$  yang dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2. Plot *Arrhenius* Perubahan Kadar FFA

Persamaan regresi linier dari plot *Arrhenius* ( $\ln k$  dan  $1/T$ ) di atas adalah  $\ln k = -1675,1(1/T) + 1,59731$  dengan nilai  $R^2 = 0,9613$ . Nilai energi aktivasi perubahan kadar FFA keripik pisang sebesar 3326,75 kal/mol. Hasil ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu dan lama penyimpanan maka kadar FFA dari keripik akan semakin meningkat (Afrozi, 2018). Keripik pisang memiliki kandungan lemak yang cukup tinggi sehingga mudah mengalami ketengikan jika kontak langsung dengan cahaya, oksigen, atau perubahan suhu serta mudah menyerap air. Hal tersebut menyebabkan keripik mengalami kerusakan seperti menjadi tidak renyah, ditumbuhi kapang, dan berbau tengik. Ketengikan dapat muncul akibat dari hidrolisis maupun oksidasi (Puspitasari et al., 2020). Menurut Telaumbanua & Utama (2024) kadar FFA yang tinggi menunjukkan mutu produk yang semakin rendah seiring dengan lamanya waktu penyimpanan. Jumlah asam lemak bebas yang semakin

meningkat merupakan tanda adanya proses ketengikan pada bahan pangan, khususnya produk dengan proses penggorengan. Adanya panas menyebabkan asam lemak tidak jenuh terurai sehingga rantai ikatan rangkapnya terputus. Hal tersebut akan menambah jumlah asam lemak bebas, karena rantai yang terputus akan berikatan dengan oksigen. Ketengikan tidak hanya menyebabkan aroma yang tidak sedap, tetapi juga dapat menurunkan nilai gizi suatu produk.

### 3.3. Tekstur

Pengaruh kombinasi suhu dan lama penyimpanan terhadap perubahan tekstur keripik pisang kapas dapat dilihat pada Tabel 7. Hasil pengujian fisik tekstur menunjukkan bahwa keripik pisang yang disimpan pada suhu 40°C dan 50°C memiliki tekstur yang lebih keras dibandingkan keripik yang disimpan pada suhu ruang (30°C). Pengukuran daya patah keripik didasarkan pada besarnya gaya persatuan persatuan waktu yang dibutuhkan untuk mematahkan produk. Semakin keras (tidak renyah) produk, maka gaya yang dibutuhkan untuk mematahkan juga semakin besar (Adawiyah et al., 2024).

Tabel 7. Hasil Analisa Tekstur Selama Penyimpanan

Waktu Penyimpanan (Hari)	Suhu Penyimpanan		
	30°C	40°C	50°C
	Daya Patah (N)		
0	3,57	3,57	3,57
5	2,81	4,22	4,08
10	2,95	3,62	3,77
15	4,26	4,97	4,32
20	3,72	3,45	3,85

Hasil penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Afifah & Sholichah, 2021) terhadap keripik tortilla tempe yang menunjukkan bahwa semakin lama waktu penyimpanan, maka akan semakin tinggi daya patah keripik. Hal tersebut dapat terjadi karena perbedaan ketebalan irisan keripik sehingga mempengaruhi kadar air dan daya patahnya. Hasil pengamatan tekstur kemudian dibuat persamaan regresi linier yang dapat dilihat pada Tabel 8 dan 9.

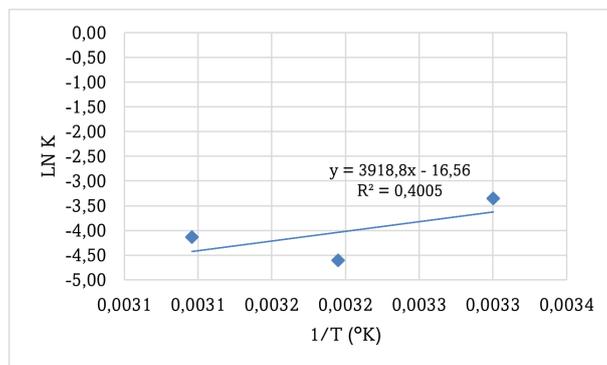
Tabel 8. Persamaan Regresi Linier Tekstur Ordo 0

Suhu (°C)	Persamaan	R <sup>2</sup>
	Ordo 0	Ordo 0
30°C	$y = 0,0100x + 1,1302$	0,2111
40°C	$y = 0,0019x + 1,3491$	0,0093
50°C	$y = 0,0042x + 1,3216$	0,2003

Tabel 9. Persamaan Regresi Linier Tekstur Ordo 1

Suhu (°C)	Persamaan	R <sup>2</sup>
	Ordo 0	Ordo 0
30°C	$y = 0,035x + 3,1115$	0,2180
40°C	$y = 0,010x + 3,8643$	0,0155
50°C	$y = 0,016x + 3,7575$	0,1904

Berdasarkan Tabel 8 dan 9 dapat diketahui bahwa kecepatan reaksi perubahan kadar air mengikuti ordo 0. Laju reaksi kimia yang dapat memicu kerusakan produk pangan umumnya mengikuti laju reaksi ordo 0 dan ordo 1. Tipe kerusakan pangan yang mengikuti model reaksi ordo nol adalah degradasi enzimatis, Reaksi pencoklatan non-enzimatis, dan reaksi oksidasi minyak (Labuza & Schmidl, 1985). Data pada tabel kemudian dibuat plot persamaan *Arrhenius* untuk perubahan kadar air perbandingan antara  $\ln k$  dan  $1/T$  yang dapat dilihat pada Gambar 3. Persamaan regresi linier dari plot *Arrhenius* ( $\ln k$  dan  $1/T$ ) di atas adalah  $\ln k = 3918,8(1/T) - 16,56$  dengan nilai  $R^2 = 0,4005$ . Nilai energi aktivasi perubahan tekstur keripik pisang sebesar 7782,74 kal/mol.



Gambar 3. Plot *Arrhenius* Perubahan Tekstur

#### 3.4. Warna

Pengaruh kombinasi suhu dan lama penyimpanan terhadap perubahan warna keripik pisang kapas telah dianalisis dalam penelitian ini. Nilai L (lightness) pada pengukuran warna merupakan parameter untuk menilai tingkat kecerahan produk selama penyimpanan (Fauziyyah et al., 2024). Hasil analisis tersebut dapat dilihat secara rinci pada tabel 10 yang telah disediakan. Hasil penelitian menunjukkan hubungan antara suhu penyimpanan, durasi penyimpanan, dan perubahan warna yang terjadi pada keripik pisang kapas.

Tabel 10. Hasil Analisa Warna Selama Penyimpanan

Suhu (°C)	Persamaan	R <sup>2</sup>
	Ordo 0	Ordo 0
30°C	$y = 0,035x + 3,1115$	0,2180
40°C	$y = 0,010x + 3,8643$	0,0155
50°C	$y = 0,016x + 3,7575$	0,1904

Nilai kecerahan keripik pisang rata-rata menunjukkan penurunan selama penyimpanan, yang mengindikasikan bahwa semakin lama waktu penyimpanan, warna keripik menjadi semakin gelap. Penurunan ini berkaitan erat dengan peningkatan kadar asam lemak bebas (*Free Fatty Acid*) selama penyimpanan, di mana FFA yang terbentuk melalui proses oksidasi berkontribusi pada penggelapan warna keripik. Selain itu, perubahan warna coklat juga dipengaruhi oleh tingkat kematangan pisang yang digunakan. Pisang yang lebih matang cenderung memiliki kadar gula pereduksi yang lebih tinggi, sehingga memicu reaksi *Maillard* selama proses penggorengan, menghasilkan warna yang lebih gelap dibandingkan dengan pisang yang kurang matang Diyahwati & Wiharto (2024). Data hasil pengamatan perubahan warna ini kemudian dianalisis menggunakan persamaan regresi linier, yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 11 dan 12.

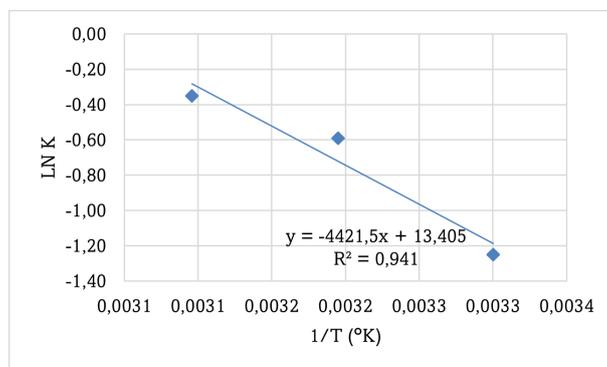
Tabel 11. Persamaan Regresi Linier Warna Ordo 0

Suhu (°C)	Persamaan	R <sup>2</sup>
	Ordo 0	Ordo 0
30°C	$y = -0,2864x + 57,062$	0,2460
40°C	$y = -0,5542x + 56,200$	0,5856
50°C	$y = -0,7040x + 55,216$	0,6858

Tabel 12. Persamaan Regresi Linier Warna Ordo 1

Suhu (°C)	Persamaan	R <sup>2</sup>
	Ordo 0	Ordo 1
30°C	$y = -0,0055x + 4,0443$	0,0055
40°C	$y = -0,0110x + 4,0295$	0,0110
50°C	$y = -0,0145x + 4,0119$	0,0145

Berdasarkan Tabel 11 dan 12, diketahui bahwa kecepatan reaksi perubahan kadar air pada keripik pisang kapas mengikuti kinetika reaksi orde nol. Data pada tabel tersebut kemudian diolah lebih lanjut untuk membuat plot persamaan *Arrhenius*, yang menunjukkan hubungan antara nilai  $\ln k$  dan  $1/T$ , seperti yang ditampilkan pada Gambar 4. Sesuai teori penentuan umur simpan, pendekatan ini digunakan untuk mengevaluasi pengaruh suhu terhadap laju degradasi kadar air, yang dapat membantu memperkirakan masa simpan produk berdasarkan stabilitas sifat fisiknya (Chintia, 2023).

Gambar 4. Plot *Arrhenius* Perubahan Warna

Persamaan regresi linier dari plot *Arrhenius* ( $\ln k$  dan  $1/T$ ) di atas adalah  $\ln k = -4421,5(1/T) + 13,405$  dengan nilai  $R^2 = 0,941$ . Nilai energi aktivasi perubahan warna keripik pisang sebesar 8781,09 kal/mol. Menurut Cicilia et al. (2021) warna kecoklatan yang terbentuk pada produk pangan juga dapat disebabkan oleh adanya reaksi maillard antara gugus amino protein dengan gula pereduksi. Reaksi maillard terjadi jika gula pereduksi bereaksi dengan senyawa yang memiliki gugus amina seperti protein, asam amino, atau peptida ketika bahan dipanaskan. Gula pereduksi yang bereaksi dengan gugus amina primer atau sekunder akan membentuk glukosamin yang selanjutnya membentuk komponen melanoidin berwarna coklat penyebab perubahan warna pada bahan pangan.

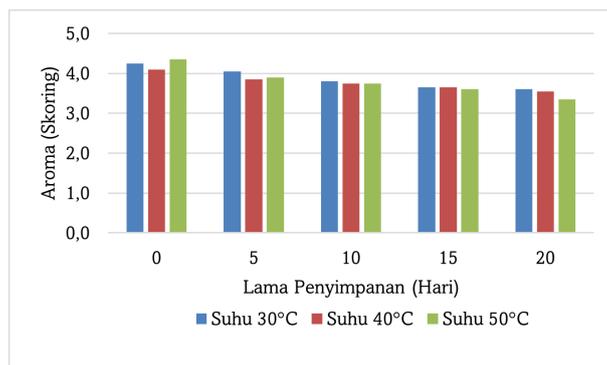
### 3.5. Mutu Organoleptik

Mutu organoleptik merupakan salah satu faktor penting yang dipertimbangkan konsumen saat membeli produk pangan, karena berkaitan langsung dengan pengalaman sensori (Utama et al., 2022). Pada produk keripik, perubahan mutu organoleptik selama penyimpanan dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti suhu dan durasi penyimpanan, yang dapat memengaruhi karakteristik produk. Selain itu, mutu organoleptik bersifat subjektif, karena setiap individu memiliki tingkat sensitivitas dan preferensi yang berbeda-beda terhadap atribut sensori.

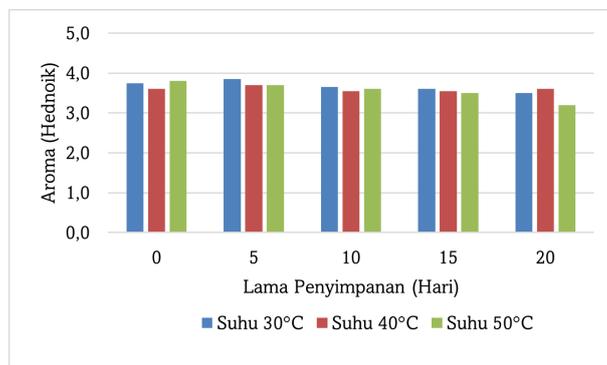
Dalam penelitian ini, parameter organoleptik yang dianalisis mencakup aroma, rasa, tekstur, dan warna, yang semuanya memberikan gambaran menyeluruh mengenai kualitas produk keripik selama penyimpanan.

### 1. Aroma

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa interaksi antara perlakuan suhu dan lama penyimpanan tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap parameter aroma, baik berdasarkan uji skoring maupun uji hedonik. Meskipun demikian, hasil analisis menunjukkan adanya tren penurunan skor aroma keripik pisang seiring dengan peningkatan suhu penyimpanan. Selain itu, semakin lama waktu penyimpanan, rata-rata skor aroma juga cenderung menurun, yang mengindikasikan adanya degradasi aroma selama penyimpanan. Pengaruh suhu dan lama penyimpanan terhadap skor skoring dan hedonik aroma keripik pisang divisualisasikan dalam grafik yang ditampilkan pada Gambar 5 dan 6.



Gambar 5. Grafik Pengaruh Suhu dan Lama Penyimpanan Terhadap Uji Skoring Aroma



Gambar 6. Grafik Pengaruh Suhu dan Lama Penyimpanan Terhadap Uji Hedonik Aroma

Berdasarkan data tersebut diketahui bahwa terjadi penurunan skor yang tidak signifikan terhadap aroma keripik sehingga menjadi lebih tengik, begitu juga dengan skor kesukaan panelis terhadap aroma keripik. Aroma tengik pada keripik pisang ini disebabkan oleh terbentuknya asam lemak bebas (FFA) yang mengindikasikan adanya kerusakan lemak pada produk. Kerusakan lemak ini dipercepat oleh adanya cahaya, suasana asam, kelembaban udara, dan katalis (Azizah et al., 2019)

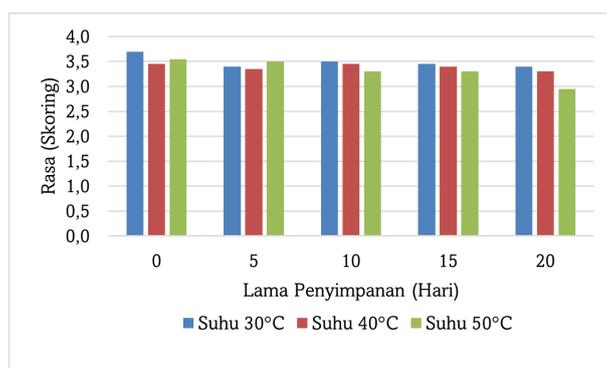
Menurut Puspitasari et al. (2020), adanya faktor suhu, cahaya dan gas dapat mempengaruhi kadar air dan asam lemak pada produk sehingga terjadi perubahan aroma dan rasa produk selama penyimpanan. Perubahan aroma merupakan masalah yang sensitif dalam pangan. Hal ini disebabkan adanya deteksi dari sel-sel pembau dalam hidung yang mampu mencium aroma yang terbentuk walaupun pada konsentrasi yang sangat rendah. Terbentuknya beberapa molekul off-flavor pada produk akan dapat merusak aroma dan rasa secara keseluruhan.

### 2. Rasa

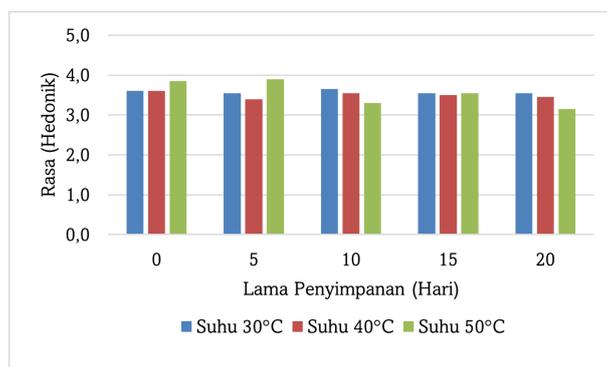
Cita rasa pada pangan dihasilkan oleh berbagai persepsi alamiah dan dipengaruhi oleh bau, rasa, dan rangsangan mulut. Faktor yang mempengaruhi terbentuknya rasa yaitu senyawa kimia, suhu, konsistensi dan interaksi pangan dengan komponen rasa yang lain serta jenis dan lama pemasakan (Adawiyah et al., 2024). Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa interaksi antara perlakuan suhu dan lama penyimpanan tidak berpen-

garuh terhadap parameter rasa baik secara skoring maupun hedonik. Grafik pengaruh suhu dan lama penyimpanan terhadap uji skoring dan hedonik rasa dapat dilihat pada 7 dan 8.

Berdasarkan data tersebut diketahui bahwa terjadi penurunan skor yang tidak signifikan terhadap rasa khas pisang pada keripik, begitu juga dengan skor kesukaan panelis. Penurunan rasa khas pisang ini dapat terjadi karena semakin tingginya kadar FFA yang menyebabkan produk menjadi semakin tengik dan kehilangan rasa khas pisangnya. Perubahan rasa khas pada keripik pisang umumnya sejalan dengan perubahan aromanya. Rasa dan aroma keripik pisang dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu kualitas dan tingkat kematangan buah pisang dan minyak goreng yang digunakan. Pisang dengan kematangan yang cukup dan tidak rusak akan menghasilkan keripik pisang yang memiliki rasa dan aroma khas pisang. Kontaminasi aroma lain dari lingkungan penyimpanan juga dapat menghilangkan rasa khas produk pangan (Aziza, 2022).



Gambar 7. Grafik Pengaruh Suhu dan Lama Penyimpanan Terhadap Uji Skoring Rasa

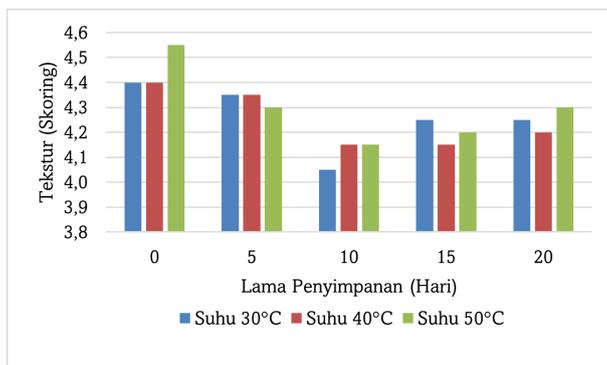


Gambar 8. Grafik Pengaruh Suhu dan Lama Penyimpanan Terhadap Uji Hedonik Rasa

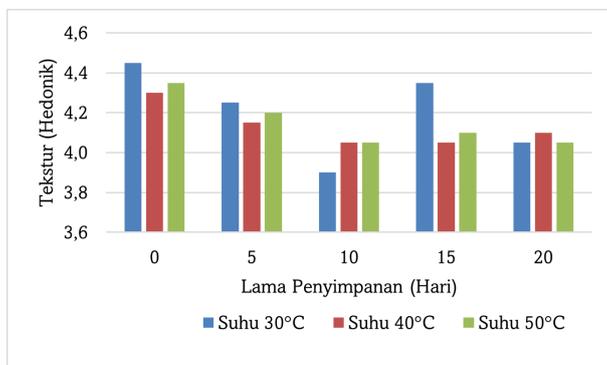
### 3. Tekstur

Uji organoleptik terhadap tekstur merupakan penilaian yang diamati dengan mulut (saat digigit, dikunyah, dan ditelan) ataupun dengan perabaan menggunakan jari. Tekstur berperan penting dalam mempengaruhi persepsi dan penerimaan produk pangan oleh panelis maupun konsumen (Saloko et al., 2024). Hasil analisis menunjukkan bahwa interaksi antara perlakuan suhu dan lama penyimpanan tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap parameter tekstur, baik berdasarkan uji skoring maupun uji hedonik. Meskipun demikian, pengamatan terhadap skor tekstur menunjukkan adanya tren tertentu yang dapat dipengaruhi oleh masing-masing faktor secara terpisah. Visualisasi grafik yang menggambarkan pengaruh suhu dan lama penyimpanan terhadap uji skoring dan hedonik tekstur disajikan pada Gambar 9 dan 10.

Berdasarkan data tersebut diketahui bahwa terjadi penurunan skor yang tidak signifikan terhadap tekstur keripik pisang, begitu juga dengan skor kesukaan panelis. Perubahan tekstur yang tidak signifikan ini menunjukkan bahwa panelis masih menerima tekstur keripik pisang dari hari ke-0 hingga ke-20 penyimpanan. Hal ini dapat terjadi karena suhu dan lama penyimpanan belum terlalu berpengaruh terhadap tekstur keripik pisang yang disimpan selama 20 hari. Selain itu, perubahan yang tidak signifikan ini dipengaruhi oleh perbedaan sensitivitas panelis terhadap tekstur keripik pisang yang diuji. Hasil ini sejalan dengan pengujian fisik tekstur keripik yang menunjukkan bahwa tidak terjadi perubahan yang signifikan terhadap daya patah keripik selama penyimpanan.



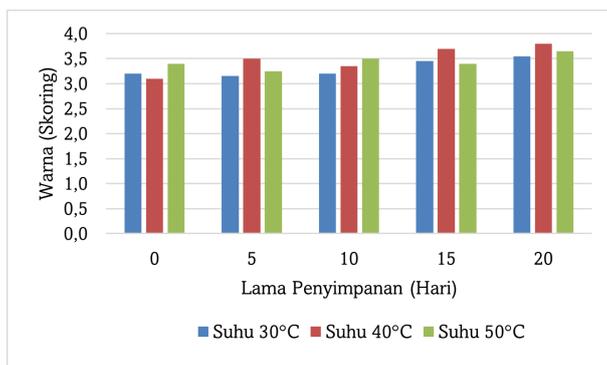
Gambar 9. Grafik Pengaruh Suhu dan Lama Penyimpanan Terhadap Uji Skoring Tekstur



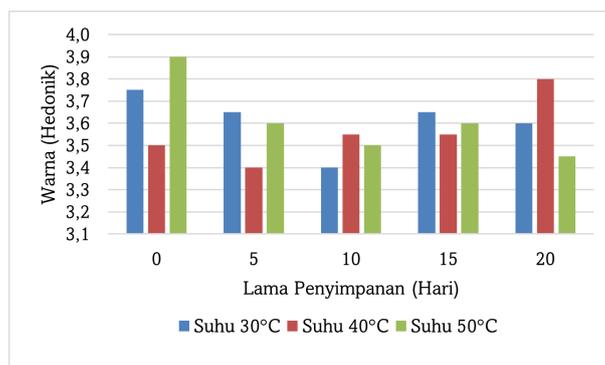
Gambar 10. Grafik Pengaruh Suhu dan Lama Penyimpanan Terhadap Uji Hedonik Tekstur

#### 4. Warna

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa interaksi antara perlakuan suhu dan lama penyimpanan tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap parameter warna, baik berdasarkan uji skoring maupun uji hedonik. Meskipun interaksi tersebut tidak signifikan, pengamatan terhadap data menunjukkan bahwa perubahan warna dapat dipengaruhi secara individual oleh suhu atau lama penyimpanan. Visualisasi pengaruh suhu dan lama penyimpanan terhadap hasil uji skoring dan hedonik warna dapat dilihat pada Gambar 11 dan 12.



Gambar 11. Grafik Pengaruh Suhu dan Lama Penyimpanan Terhadap Uji Skoring Warna



Gambar 12. Grafik Pengaruh Suhu dan Lama Penyimpanan Terhadap Uji Hedonik Warna

Berdasarkan data tersebut diketahui bahwa terjadi penurunan skor yang tidak signifikan terhadap warna keripik pisang, begitu juga dengan skor kesukaan panelis. Perubahan warna yang tidak signifikan ini menunjukkan bahwa panelis masih menerima warna keripik pisang dari hari ke-0 hingga ke-20 penyimpanan. Hal ini dapat terjadi karena suhu dan lama penyimpanan selama 20 hari belum terlalu berpengaruh terhadap warna keripik pisang selama penyimpanan.

Perubahan terhadap warna keripik pisang dapat dipengaruhi oleh adanya asam lemak bebas yang terbentuk karena adanya proses oksidasi (Puspitasari et al., 2020). Selain itu, perubahan yang tidak signifikan ini dipengaruhi oleh perbedaan sensitivitas panelis terhadap warna keripik pisang yang diuji. Hasil uji organoleptik warna secara skoring sejalan dengan pengujian fisik warna keripik pisang yang menunjukkan bahwa semakin lama penyimpanan maka semakin gelap warna keripik.

### 3.6. Perhitungan Umur Simpan

Penentuan parameter kritis yang digunakan untuk menentukan umur simpan suatu produk adalah parameter mutu yang paling cepat mengalami penurunan selama penyimpanan yang ditunjukkan oleh nilai R2. Penggunaan nilai R2 dibandingkan nilai energi aktivasi (Ea) pada penelitian ini berdasarkan perbandingan nilai R2 dan nilai energi aktivasi pada parameter percobaan yang digunakan. Parameter dengan nilai Ea terendah pada penelitian ini juga memiliki nilai R2 terendah sehingga tidak dapat digunakan (Meikapasa et al., 2024). Oleh karena itu, nilai R2 tertinggi dipilih untuk digunakan pada penelitian perhitungan umur simpan keripik pisang kapas ini. Nilai R2 yang tinggi menunjukkan bahwa parameter tersebut memiliki pengaruh yang besar terhadap penurunan mutu produk selama penyimpanan.

Menurut Surahman et al. (2020) nilai R2 menunjukkan linieritas data, dimana R2 yang mendekati 1 menunjukkan data tersebut linier dan dianggap akurat. Sedangkan nilai R2 yang mendekati 0 menunjukkan bahwa data tidak linier dan dianggap tidak akurat. Untuk menentukan umur simpan, digunakan nilai R2 yang paling mendekati 1 atau yang paling linier. Nilai koefisien korelasi (R2) untuk setiap parameter pengujian dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Persamaan Arrhenius dan R2 Setiap Parameter Uji

Parameter	Persamaan Arrhenius	R <sup>2</sup>
Kadar Air	$\ln k = -651,49(1/T) - 1,5341$	0,5596
Kadar FFA	$\ln k = -1675,1(1/T) + 1,59731$	0,9613
Tekstur	$\ln k = 3918,8 (1/T) - 16,56$	0,4005
Warna	$\ln k = -4421,5 (1/T) + 13,405$	0,9410

Berdasarkan persamaan di atas diketahui bahwa parameter yang memiliki nilai koefisien korelasi (R2) yang paling tinggi adalah parameter kadar FFA. Oleh karena itu, parameter kadar air, tekstur, dan warna tidak digunakan untuk perhitungan umur simpan keripik pisang karena memiliki nilai koefisien korelasi (R2) yang lebih rendah dibanding parameter kadar FFA. Setelah dilakukan perhitungan, didapatkan umur simpan keripik pisang pada masing-masing suhu penyimpanan seperti yang dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Umur Simpan Keripik Pisang

Suhu	N0	Nt	Nilai k	Umur Simpan	
				Hari	Bulan
30°C	0,665	2,5	0,0196	93,52	3,12
40°C	0,665	2,5	0,0234	78,37	2,61
50°C	0,665	2,5	0,0276	66,41	2,21

Berdasarkan hasil perhitungan umur simpan pada Tabel 14, diperoleh umur simpan paling lama untuk keripik pisang adalah pada suhu penyimpanan 30°C yaitu selama 93,52 hari. Sedangkan pada suhu penyimpanan 40°C dan 50°C umur simpannya adalah 78,37 hari dan 66,41 hari. Hal ini menunjukkan bahwa kenaikan suhu menyebabkan terjadinya percepatan laju reaksi sehingga keripik pisang menjadi lebih cepat rusak dan umur simpannya semakin pendek. Menurut Arif (2018), suhu penyimpanan berhubungan terhadap lamanya umur simpan karena suhu berpengaruh terhadap laju penurunan mutu (k). Semakin tinggi suhu penyimpanan, maka semakin besar laju penurunan mutu (k) atau kecepatan kerusakan yang terjadi, sehingga nilai umur simpan (ts) akan semakin pendek. Faktor lain yang dapat mempengaruhi pendugaan umur simpan adalah nilai mutu awal. Jika nilai mutu awal tinggi maka akan menghasilkan umur simpan yang panjang, begitu juga jika nilai mutu awal yang didapat rendah maka akan menghasilkan umur simpan yang pendek.

Suhu penyimpanan produk keripik pisang kapas yang direkomendasikan pada penelitian ini adalah suhu penyimpanan 30°C. Hal ini karena suhu 30°C mampu mempertahankan mutu keripik pisang paling lama dibandingkan suhu 40°C dan 50°C, yaitu selama 93,52 hari. Jika keripik pisang disimpan pada suhu ruang (28°C) maka umur simpannya menjadi lebih lama, yaitu 97 hari. Semakin rendah suhu penyimpanan, maka semakin panjang umur simpan keripik pisang. Hal ini dapat terjadi karena suhu penyimpanan yang rendah dapat memperlambat laju reaksi. Ambarwati (2018) menjelaskan bahwa penggunaan jenis kemasan menjadi salah satu faktor yang dapat mempengaruhi umur simpan produk keripik pegagan. Hal ini karena ketebalan tiap jenis kemasan akan menentukan tingkat permeabilitasnya terhadap uap air, oksigen, maupun cahaya. Kemasan standing pouch plastik polipropilen (PP) memiliki nilai permeabilitas sebesar 0,1457 g/m<sup>2</sup>.hari.mmHg dan mampu mempertahankan mutu produk selama 57 hari pada suhu 28°C. Sedangkan kemasan standing pouch aluminium foil memiliki nilai permeabilitas yang lebih rendah yaitu sebesar 0,06303 g/m<sup>2</sup>.hari.mmHg dan mampu mempertahankan mutu produk selama 139 hari pada suhu yang sama. Keripik dengan kemasan standing pouch aluminium foil memiliki umur simpan lebih lama karena kemasan tersebut lebih efektif dalam mengurangi penyerapan uap air, oksigen, dan cahaya.

#### 4. KESIMPULAN

Suhu penyimpanan berpengaruh terhadap umur simpan keripik pisang kapas. Semakin tinggi suhu penyimpanan, maka semakin cepat laju reaksi yang menyebabkan penurunan mutu sehingga umur simpan keripik pisang kapas menjadi semakin pendek. Variasi suhu penyimpanan dan lama penyimpanan berpengaruh terhadap perubahan pada parameter uji kadar air, kadar FFA, tekstur, warna, akan tetapi tidak berpengaruh pada mutu organoleptik (skoring dan hedonik). Perubahan yang terjadi masih sesuai dengan batas maksimal yang tercantum dalam SNI dan masih dapat diterima oleh panelis. Berdasarkan analisa pendugaan umur simpan, didapatkan umur simpan keripik pisang yang dikemas menggunakan standing pouch aluminium foil dengan suhu penyimpanan 30°C, 40°C, dan 50°C berturut-turut sebesar 93,53 hari, 78,37 hari, dan 66,41 hari.

#### 5. DEKLARASI

##### Taksonomi Peran Kontributor

Semua penulis berkontribusi sama sebagai kontributor dari artikel ini. Semua penulis membaca dan menyetujui artikel ini.

##### Pernyataan Pendanaan

Penelitian ini tidak menerima hibah khusus dari lembaga pendanaan di sektor publik, komersial, atau nirlaba.

##### Pernyataan Pendanaan

Para penulis menyatakan bahwa mereka tidak memiliki kepentingan keuangan yang bersaing atau hubungan pribadi yang dapat mempengaruhi pekerjaan yang dilaporkan dalam makalah ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, I. D. R., Dase Hunaefi, S., St, M. F., & Nurtama, I. B. (2024). *Evaluasi Sensori Produk Pangan*. Bumi Aksara.
- Afifah, N. & Sholichah, E. (2021). Pengaruh Kemasan terhadap Masa Simpan Keripik Tortila Modifikasi Tempe dan Tepung Mocaf dengan Metode Akselerasi Berdasarkan Pendekatan Arrhenius. *Jrnal Pangan*, 30(2). <https://doi.org/10.33964/jp.v30i2.531>.
- Afrozi, S. (2018). Hubungan Optimalisasi Suhu dan Waktu Penggorengan pada Mesin Vacuum Frying Terhadap Peningkatan Kualitas Keripik Pisang Kepok. *J-Proteksion*, 2(2). <https://doi.org/10.32528/jp.v2i2.2229>.
- Ambarwati, G. (2018). *Pengaruh Jenis Kemasan Terhadap Umur Simpan Keripik Pegagan dengan Pendekatan Kadar Air Kritis*. PhD thesis, Universitas Gajah Mada.
- Arif, A. B. (2018). Metode Accelerated Shelf Life Test (ASLT) Dengan Pendekatan Arrhenius Dalam Pendugaan Umur Simpan Sari Buah Nanas, Pepaya Dan Cempedak. *Informatika Pertanian*, 25(2). <https://doi.org/10.21082/ip.v25n2.2016.p189-198>.
- Aziza, I. F. (2022). Strategi Peningkatan Value Produk Olahan Keripik Pisang di Dusun Mulyosari Desa Sumberejo Kecamatan Gedangan. *at-Tamkin: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1), 33–41. <https://doi.org/10.33379/attamkin.v5i1.1193>.
- Azizah, A. N., Setiani, B. E., & Pramono, Y. B. (2019). Sifat Organoleptik Sambal Pecel UKM Hj Sartinah Semarang Selama Masa Penyimpanan Suhu Ruang. *Jurnal Teknologi Pangan*, 3(1). <https://doi.org/10.14710/jtp.2019.19959>.
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia (2018). Keripik Buah SNI 8370:2018.
- Chintia, A. B. (2023). *Pendugaan Umur Simpan Vegetable Leather Dari Kombinasi Daun Beluntas (*Pluchea indica* L.) dan Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) dengan Berbagai Jenis Kemasan Menggunakan Metode ASLT (Accelerated Shelf Life Testing) Model Arrhenius*. PhD thesis, Universitas Lampung.
- Cicilia, S., Basuki, E., Alamsyah, A., Yasa, I. W. S., Dwikasari, L. G., & Suari, R. (2021). Sifat fisik dan daya terima cookies dari tepung biji nangka dimodifikasi. *Prosiding Saintek*, 3, 612–621.
- Diyahwati, D. & Wiharto, M. (2024). Kualitas sale pisang goreng pada berbagai tingkat kematangan buah pisang raja siem (*Musa acuminata*) dan potensinya dalam pendidikan lingkungan hidup. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 10(2), 285–294.
- Fauziyyah, A., Utama, Q. D., Hasanah, S. H., Radiansyah, M. R., & Hakiki, D. N. (2024). The effect of different sweetener on physical and sensory characteristic of wedang uwuh, an indonesian traditional drink. In *AIP Conference Proceedings*, volume 3048: AIP Publishing. <https://doi.org/10.1063/5.0202003>.
- Gendis, M., Pertiwi, P., Sari, I. M., Cicilia, S., & Utama, Q. D. (2024). Pelatihan Pembuatan Produk Permen Jelly Berbahan Dasar Pisang Di Desa Pakuan. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 7(1), 273–278. <https://doi.org/10.29303/jpmpi.v7i1.7121>.
- Ihromi, S., Marianah, & Nurhayati (2020). Ibm Inovasi Teknologi Olahan Berbasis Pisang Untuk Pemberdayaan Ekonomi Wanita Tani Di Sekitar Hutan Lindung Sesaot Desa Pakuan Kecamatan Narmada. *Jurnal Agro Dedikasi Masyarakat*, 1(April). <https://doi.org/10.31764/jadm.v1i1.2784>.
- Kamsiati, E. (2010). Peluang Pengembangan Teknologi Pengolahan Keripik Buah dengan Menggunakan Penggoreng Vakum. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 29(2), 73 – 77. <https://doi.org/10.21082/jp3.v29n2.2010.p%p>.
- Labuza, T. & Schmidl, M. (1985). Accelerated shelf-life testing of foods. *Food Technology*, 39(9).
- Meikapasa, N. W. P., Pravitri, K. G., & Arzani, L. D. P. (2024). Pendugaan Umur Simpan Saus Tomat Homemade Menggunakan Model Arrhenius pada Suhu Penyimpanan Berbeda. *Jurnal Teknologi dan Mutu Pangan*, 3(1), 1–10. <https://doi.org/10.30812/jtmp.v3i1.4058>.
- Nofrida, R., Zainuri, Z., Utama, Q. D., Afriansyah, D., Rahayu, N., Anggraini, I. M. D., & Pertiwi, M. G. P. (2024). Pendugaan Umur Simpan Kopi Bubuk Robusta Desa Pakuan Menggunakan Model Arrhenius. *Pro Food*, 10(2), 188–195. <https://doi.org/10.29303/profood.v10i2.485>.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia (1999). Nomor 69 Tahun 1999 Tentang Label dan Iklan Pangan.

Puspitasari, E., Sutan, S. M., & Lastriyanto, A. (2020). Pendugaan umur simpan keripik kelapa (*Cocos nucifera* L.) menggunakan metode accelerated shelf-life testing (ASLT) model pendekatan persamaan Arrhenius. *Journal of Tropical Agricultural Engineering and Biosystems-Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*, 8(1), 36–45. <https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2020.008.01.04>.

Rahmadi, I., Nasution, S., Mareta, D. T., Permana, L., Talitha, Z. A., Saputri, A., & Nurdin, S. U. (2021). Nilai Mutu Keripik Buah Hasil Penggorengan Vakum. *Jurnal Standardisasi*, 23(3). <https://doi.org/10.31153/js.v23i3.942>.

Ramanda, M. R., Nasution, S., Rahmadi, I., & Munawaroh, N. L. (2023). Penentuan umur simpan keripik buah dengan metode accelerated shelf life test model kadar air kritis. *Teknologi Pangan : Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, 14(2). <https://doi.org/10.35891/tp.v14i2.3788>.

Rangga, A., Sartika, D., & Puspita, C. R. (2016). Pendugaan Umur Simpan Keripik Pisang Kepok Putih (*Musa acuminata* sp.) Berdasarkan Kadar Air dan Tingkat Kerenyahan dalam Berbagai Jenis Kemasan dengan Model Pendekatan Kadar Air Arrhenius. *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian*.

Saloko, S., Cicillia, S., Mulyaningtias, I. D., Irawan, E., Nurbaiti, L., Johansyah, M., Utama, Q. D., Unsunnidhal, L., et al. (2024). The effect of addition carragenan and citric acid on the shelf life of moringa leaf (*moringa oleifera*) jelly drink. *International Journal on Advanced Science, Engineering & Information Technology*, 14(3). <https://doi.org/10.18517/ijaseit.14.3.19363>.

Soliawati, S. & Utama, Q. D. (2024). Perbandingan parameter mutu crude palm oil produksi pt xyz terhadap ketetapan mutu standar nasional indonesia. *Jurnal Teknologi dan Mutu Pangan*, 2(2), 148–160. <https://doi.org/10.30812/jtmp.v2i2.3753>.

Surahman, D. N., Ekafitri, R., Desnilasari, D., Ratnawati, L., Miranda, J., Cahyadi, W., & Indriati, A. (2020). Pendugaan umur simpan snack bar pisang dengan metode arrhenius pada suhu penyimpanan yang berbeda. *Jurnal Biopropal Industri*, 11(2). <https://doi.org/10.36974/jbi.v11i2.5898>.

Telaumbanua, M. C. & Utama, Q. D. (2024). Pengaruh lama pemanasan pada penurunan kualitas mutu minyak goreng sawit komersial. *Jurnal Teknologi Dan Mutu Pangan*, 2(2), 117–125. <https://doi.org/10.30812/jtmp.v2i2.3751>.

Utama, Q. D., Zainuri, Z., Paramartha, D. N. A., Widyasari, R., & Aini, N. (2022). Dekafeinasi kopi robusta (*coffea canephora*) lombok menggunakan sari labu siam (*sechium edule*): Decaffeination of lombok robusta coffee (*coffea canephora*) using chayote (*sechium edule*) juice. *Pro Food*, 8(1), 77–87. <https://doi.org/10.29303/profood.v8i1.253>.

Wasono, M. & Yuwono, S. (2014). Pendugaan umur simpan tepung pisang goreng menggunakan metode Accelerated Shelf Life Testing dengan pendekatan Arrhenius. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2(4).