

PENENTUAN UMUR SIMPAN COOKIES DENGAN PENAMBAHAN TEPUNG DAUN SINGKONG METODE ACCELERATED SHELF LIFE TESTING (ASLT) DENGAN MODEL ARRHENIUS

DETERMINATION OF THE SHELF LIFE OF COOKIES BY ADDING CASSAVA LEAF FLOUR USING THE ACCELERATED SHELF LIFE TESTING (ASLT) METHOD WITH THE ARRHENIUS MODEL

Ginesti Saputri, Samsul Rizal*, Fibra Nurainy, Sri Hidayati
Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung
*email korespondensi: samsul.rizal@fp.unila.ac.id

Tanggal masuk: 6 Oktober 2025

Tanggal diterima: 18 Februari 2026

Abstract

Cookies were a type of baked dry pastry that were small in size, flat in shape, and had a sweet taste. This study aimed to determine the shelf life of cookies formulated with the addition of cassava leaf flour, using the Accelerated Shelf Life Testing (ASLT) method based on the Arrhenius model. The cookies were formulated with 94% mocaf flour and 6% cassava leaf flour, then packaged using OPP plastic and aluminum foil. The products were stored at 25°C, 35°C, and 45°C for 30 days. Observations were carried out on changes in moisture content, color, and free fatty acid levels. The critical parameter used in determining shelf life was the free fatty acid content, as it was directly related to the rancidity level of the product. The results showed that the free fatty acid content increased during storage, following zero-order reaction kinetics. The estimated shelf life of the cookies at 25°C based on free fatty acid levels was 154 days for aluminum foil packaging and 141 days for OPP packaging. These findings indicated that aluminum foil was more effective in maintaining product quality stability during storage. Therefore, the selection of packaging type and storage temperature played an important role in preserving the quality and extending the shelf life of cassava leaf flour-based cookies.

Keywords: cookies, cassava leaf flour, shelf life, ASLT, Arrhenius model.

Abstrak

Cookies merupakan jenis kue kering yang berukuran kecil, berbentuk datar, dan memiliki cita rasa manis karena diolah dengan cara dipanggang. Penelitian ini dilakukan untuk menentukan umur simpan cookies yang diformulasikan dengan penambahan tepung daun singkong, menggunakan metode Accelerated Shelf Life Testing (ASLT) berdasarkan model Arrhenius. Cookies dibuat dengan formulasi 94% tepung mocaf dan 6% tepung daun singkong, kemudian dikemas menggunakan plastik OPP dan aluminium foil. Produk disimpan pada suhu 25°C, 35°C, dan 45°C selama 30 hari. Pengamatan dilakukan terhadap perubahan kadar air, warna, dan asam lemak bebas. Parameter kritis yang digunakan dalam penentuan umur simpan adalah asam lemak bebas, karena berkaitan langsung dengan tingkat ketengikan produk. Hasil menunjukkan bahwa cookies mengalami peningkatan asam lemak bebas selama penyimpanan, dengan pola kinetika reaksi mengikuti orde nol. Umur simpan cookies pada suhu 25°C berdasarkan parameter asam lemak bebas adalah 154 hari untuk kemasan aluminium foil dan 141 hari untuk kemasan kemasan OPP. Hasil ini menunjukkan bahwa aluminium foil lebih efektif dalam mempertahankan kestabilan mutu produk selama penyimpanan. Oleh karena itu, pemilihan jenis kemasan dan suhu penyimpanan berperan penting dalam menjaga kualitas dan memperpanjang umur simpan cookies berbasis tepung daun singkong.

Kata kunci: cookies, tepung daun singkong, umur simpan, ASLT, model Arrhenius

PENDAHULUAN

Cookies merupakan pangan ringan yang praktis dan digemari masyarakat. Konsumsi *cookies* di Indonesia terus meningkat, dari 19,449 ons/kapita pada tahun 2016 menjadi 22,834 ons/kapita pada tahun 2020 (Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, 2020). *Cookies* tidak hanya dinikmati karena rasanya, tetapi juga berpotensi sebagai sumber nutrisi melalui inovasi bahan baku seperti tepung mocaf dan tepung daun singkong (Tullaila, 2023).

Tepung mocaf mengandung serat tinggi dan bebas gluten, sehingga aman bagi penderita *celiac* dan ASD (Rahmaris & Ratnaningsih, 2019). Tepung daun singkong kaya protein, serat, dan klorofil, yang memberikan warna serta aroma khas (Kemenkes RI, 2018; Shasabilah, 2022). Namun, klorofil mudah teroksidasi akibat paparan cahaya, sehingga pemilihan kemasan menjadi penting (Shabrina dkk., 2022). Kemasan *aluminium foil* lebih efektif dibanding plastik OPP dalam menjaga kestabilan produk (Dewi dkk., 2022).

Penetapan umur simpan menjadi hal penting untuk menjamin mutu dan keamanan produk. Metode *Accelerated Shelf-life Testing* (ASLT) dengan model Arrhenius dapat digunakan untuk memprediksi umur simpan *cookies* secara lebih cepat dan efisien (Ritonga dkk., 2020). Oleh karena itu, penelitian ini adalah untuk mengetahui umur simpan *cookies* dengan penambahan tepung daun singkong terhadap jenis kemasan OPP (*Oriented Polypropylene*) dan *Aluminium foil* menggunakan metode *Accelerated Shelf-life Testing* (ASLT) model Arrhenius.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tepung daun singkong, tepung mocaf, gula, margarin, telur, dan susu bubuk *full cream*, plastik OPP, *aluminium foil*, petroleum eter, etanol 95%, fenolftalein (PP), kalium hidroksida, NaOH 0,1 N.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu oven, grinder, timbangan digital, baskom plastik, loyang, sendok, mixer, cetakan *cookies*, ayakan 80 *mesh*, kompor, panci, *impulse sealer*, inkubator, cawan porselen, oven, neraca analitik, erlenmeyer, autoklaf, pinset, desikator, termometer, sokhlet dan pipet tetes.

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan studi deskriptif mengenai umur simpan *cookies* berbahan tepung daun singkong yang disimpan pada tiga suhu berbeda: 25 °C, 35 °C, dan 45 °C (Armalid & Nisa, 2017). Sebanyak 96 *cookies* dikemas satuan menggunakan kemasan OPP dan *aluminium foil*, kemudian disimpan selama 30 hari. Pengamatan terhadap kadar air, asam lemak bebas, dan warna dilakukan setiap 10 hari (hari ke-0, 10, 20, dan 30). Data dianalisis untuk estimasi umur simpan menggunakan metode akselerasi berdasarkan model kinetika Arrhenius, dengan bantuan *Microsoft Excel* 2019.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Cookies merupakan produk kue kering yang dibuat menggunakan tepung mocaf sebagai pengganti tepung terigu dan tepung daun singkong sebagai substitusi parsial. Menurut Tullaila (2023), formulasi terbaik adalah 94% tepung mocaf dan 6% tepung daun singkong. Warna hijau olive

pada *cookies* dihasilkan dari reaksi Maillard selama pemanggangan, yakni reaksi antara asam amino dan gula reduksi pada suhu tinggi yang menghasilkan senyawa berwarna coklat dan aroma khas (Huastiany, 2016). Pigmen hijau dari daun singkong juga mengalami degradasi akibat panas, menimbulkan warna coklat kehijauan.

Selama penyimpanan, kandungan lemak dalam *cookies* dapat mengalami hidrolisis menjadi asam lemak bebas, terutama jika terdapat sedikit air dan enzim lipase (Khumaida, 2021). *Cookies* juga bersifat higroskopis, namun dalam penelitian ini dikemas menggunakan plastik OPP dan *aluminium foil* yang cukup efektif menghambat uap air dan oksigen. Pada suhu 25°C, 35°C, dan 45°C, kadar air cenderung stabil, meskipun fluktuasi dapat terjadi akibat suhu tinggi, kelembapan, dan karakteristik kemasan.

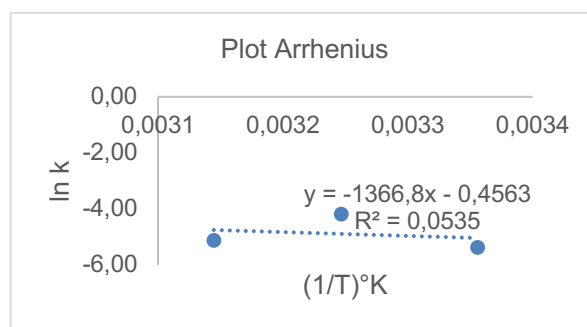
Hasil analisis menunjukkan bahwa jenis kemasan dan suhu penyimpanan memberikan pengaruh nyata terhadap nilai asam lemak bebas, warna, dan kadar air *cookies* mocaf dengan penambahan tepung daun singkong. Parameter yang digunakan sebagai penentu umur simpan adalah asam lemak bebas karena berkaitan langsung dengan ketengikan produk. Berdasarkan hal tersebut, dilakukan analisis kinetika reaksi menggunakan model Arrhenius untuk masing-masing jenis kemasan.

Asam Lemak Bebas

Hasil pengujian asam lemak bebas pada kemasan plastik OPP dan *aluminium foil* selama masa penyimpanan 30 hari pada suhu 25°C (suhu ruang), 35°C dan 45°C dapat di lihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Hasil uji asam lemak bebas (%) pada *cookies* yang dikemas dengan plastik OPP

Suhu (°C)	Hari ke-			
	0	10	20	30
25	0,08	0,17	0,20	0,23
35	0,08	0,17	0,23	0,25
45	0,05	0,17	0,17	0,25

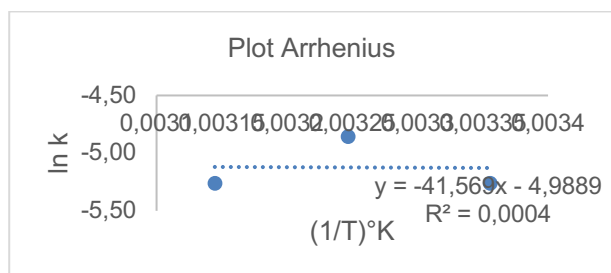


Gambar 1. Grafik hubungan antara ln k asam lemak bebas dan 1/T (suhu) yang dikemas dalam kemasan plastik OPP

Pada kemasan OPP, hasil grafik hubungan antara ln k dan 1/T menghasilkan nilai kemiringan (slope) sebesar -1366,8 yang merupakan nilai dari $-E_a/R$ dalam persamaan Arrhenius. Dengan menggunakan nilai konstanta gas R sebesar 1,986 kal/mol·K, diperoleh energi aktivasi (E_a) sebesar 2714,46 kal/mol. Nilai intersep pada grafik, yaitu $\ln k_0 = -0,4563$, menghasilkan nilai k_0 sebesar 0,63362. Berdasarkan nilai-nilai tersebut, diperoleh persamaan laju reaksi Arrhenius untuk kemasan plastik OPP pada parameter asam lemak bebas, yaitu: $k = 0,63362 \times e^{(-1366,8/T)}$. Setelah diketahui nilai laju reaksi pada masing-masing suhu, diperoleh umur simpan produk pada suhu 25°C (141 hari), 35°C (121 hari), dan 45°C (109 hari).

Tabel 2. Hasil uji asam lemak bebas (%) pada cookies yang dikemas dengan kemasan aluminium foil

Suhu (°C)	Hari ke-			
	0	10	20	30
25	0,08	0,08	0,17	0,23
35	0,05	0,11	0,20	0,28
45	0,1	0,11	0,20	0,28



Gambar 2. Grafik hubungan antara ln k asam lemak bebas dan 1/T (suhu) yang dikemas dalam kemasan aluminium foil

Sementara itu, Hasil grafik hubungan antara ln k dan 1/T menghasilkan nilai kemiringan (slope) sebesar $-41,569$, yang merupakan nilai dari $-E_a/R$ dalam persamaan Arrhenius. Dengan menggunakan nilai konstanta gas R sebesar $1,986 \text{ kal/mol}\cdot\text{K}$, diperoleh energi aktivasi (E_a) sebesar $82,55603 \text{ kal/mol}$. Nilai ini tergolong relatif rendah, yang mengindikasikan bahwa reaksi kerusakan asam lemak bebas pada produk tidak terlalu sensitif terhadap perubahan suhu. Selanjutnya, nilai intersep pada grafik, yaitu $\ln k_0 = -4,9889$, menghasilkan nilai k_0 sebesar $0,006813$. Berdasarkan nilai-nilai tersebut, diperoleh persamaan Arrhenius untuk laju penurunan mutu pada parameter asam lemak bebas, yaitu: $k = 0,006813 \times e^{(-41,569/T)}$. Setelah diketahui nilai laju reaksi pada masing-masing suhu, diperoleh umur simpan produk pada suhu 25°C (154 hari), pada suhu 35°C (158 hari), dan pada suhu 45°C (143 hari).

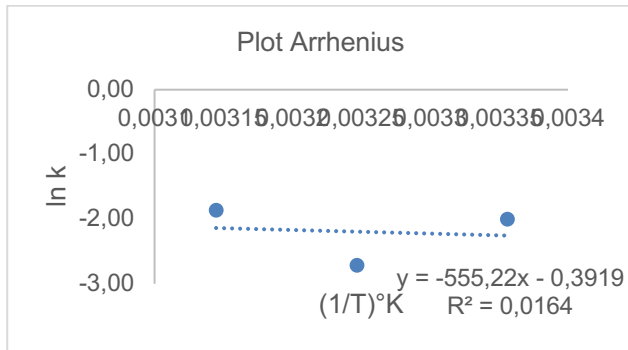
Nilai asam lemak bebas meningkat selama penyimpanan pada semua perlakuan suhu. Cookies yang disimpan dalam kemasan OPP menunjukkan peningkatan ALB yang lebih tinggi dibandingkan dengan kemasan aluminium foil, terutama pada suhu 45°C . Hal ini menunjukkan bahwa jenis kemasan berpengaruh terhadap kestabilan mutu cookies. Kemasan OPP yang bersifat transparan dan permeabel terhadap oksigen mempercepat reaksi oksidasi lemak yang menyebabkan ketengikan. Sebaliknya, aluminium foil yang bersifat kedap udara mampu menahan laju reaksi oksidatif.

Warna

Pengukuran perubahan warna cookies pada jenis kemasan aluminium foil selama penyimpanan pada jenis kemasan plastik OPP dan aluminium foil dilakukan berdasarkan sistem warna CIE Lab. Hasil pengukuran pada suhu 25°C , 35°C , dan 45°C disajikan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Hasil uji warna pada cookies yang dikemas dengan plastik OPP

Suhu (°C)	Hari ke-			
	0	10	20	30
25	28,6	30,16	36,68	30,93
35	28,6	36,31	29,05	33,22
45	28,6	31,61	33,2	33,22

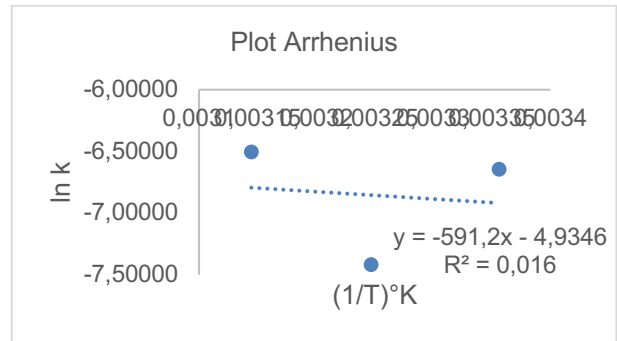


Gambar 3. Grafik hubungan antara ln k warna dan 1/T (suhu) yang dikemas dalam plastik OPP

Hasil grafik hubungan antara ln k dan 1/T menghasilkan nilai kemiringan (slope) sebesar -555,22 yang merupakan nilai dari $-Ea/R$ dalam persamaan Arrhenius. Dengan menggunakan nilai konstanta gas R sebesar 1,986 kal/mol·K, diperoleh energi aktivasi (Ea) sebesar 1102,667 kal/mol. Nilai intersep pada grafik, yaitu $\ln k_0 = -0,3919$, menghasilkan nilai k_0 sebesar 0,675772. Berdasarkan nilai-nilai tersebut, diperoleh persamaan Arrhenius untuk laju penurunan mutu pada parameter asam lemak bebas, yaitu: $k = 0,675772 \times e^{(-555,22/T)}$. Setelah diketahui nilai laju reaksi persamaan Arrhenius pada masing-masing suhu, diperoleh umur simpan produk pada suhu 25°C (156 hari), 35°C (147 hari), dan 45°C (139 hari).

Tabel 4. Hasil uji warna pada cookies yang dikemas dengan kemasan aluminium foil

Suhu (°C)	Hari ke-			
	0	10	20	30
25	28,6	30,16	36,68	30,93
35	28,6	36,46	29,05	32,9
45	28,6	31,61	33,2	33,22



Gambar 4. Grafik hubungan antara ln k warna dan 1/T (suhu) yang dikemas dalam kemasan aluminium foil

Hasil grafik hubungan antara ln k dan 1/T menghasilkan nilai kemiringan (slope) sebesar -591,2, yang merupakan nilai dari $-Ea/R$ dalam persamaan Arrhenius. Dengan menggunakan nilai konstanta gas R sebesar 1,986 kal/mol·K, diperoleh energi aktivasi (Ea) sebesar 1174,1232 kal/mol. Nilai intersep pada grafik, yaitu $\ln k_0 = -4,9346$, menghasilkan nilai k_0 sebesar 0,007193338. Berdasarkan nilai-nilai tersebut, diperoleh persamaan Arrhenius untuk laju penurunan mutu pada parameter asam lemak bebas, yaitu: $k = 0,007193338 \times e^{(-591,2/T)}$. Setelah diketahui nilai laju reaksi pada masing-masing suhu, diperoleh umur simpan produk pada suhu 25°C (890 hari), 35°C (834 hari), dan 45°C (785 hari).

Perubahan warna cookies diamati dari nilai L (kecerahan). Selama penyimpanan, nilai L mengalami peningkatan yang menunjukkan adanya pemudaran warna hijau akibat degradasi klorofil. Cookies dalam kemasan OPP mengalami perubahan warna lebih drastis dibanding aluminium foil. Hal ini disebabkan oleh OPP yang tidak mampu melindungi dari cahaya, sedangkan aluminium foil lebih efektif menjaga kestabilan pigmen warna. Pada suhu 45°C, cookies dalam OPP menunjukkan nilai L

tertinggi yaitu 33,22 pada hari ke-30, yang menandakan pемudaran warna signifikan.

Kadar Air

Hasil pengujian kadar air pada jenis kemasan plastik OPP selama masa penyimpanan 30 hari pada suhu 25°C (suhu ruang), 35°C dan 45°C dapat di lihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Hasil uji kadar air (%) pada cookies yang dikemas dengan plastik OPP

Suhu (°C)	Hari ke-			
	0	10	20	30
25	2,05	2,08	2,11	2,05
35	2,04	2,07	2,1	2,04
45	2,02	2,04	2,06	2,02

Tabel 6. Hasil uji kadar air (%) pada cookies yang dikemas dengan kemasan aluminium foil

Suhu (°C)	Hari ke-			
	0	10	20	30
25	2,12	2,06	2,05	2,12
35	2,11	2,05	2,04	2,11
45	2,07	1,75	2,02	2,07

Kadar air cookies berfluktuasi selama penyimpanan namun masih berada dalam batas standar SNI 1973:2011 yaitu maksimal 5%. Cookies dalam kemasan OPP menunjukkan penurunan kadar air terutama pada suhu tinggi (35°C dan 45°C), yang dapat menyebabkan tekstur menjadi lebih keras. Sebaliknya, aluminium foil mampu menjaga kelembapan produk lebih baik karena sifat kedap uapairnya. Kemasan foil menunjukkan kestabilan kadar air yang lebih tinggi dibandingkan OPP, sehingga produk tetap mempertahankan kerenyahan selama penyimpanan.

KESIMPULAN

Kesimpulan pada penelitian ini memperkirakan umur simpan cookies dengan penambahan tepung daun singkong menggunakan metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) dengan pendekatan model Arrhenius. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu berpengaruh terhadap mutu dan umur simpan cookies selama penyimpanan. Berdasarkan hasil analisis umur simpan cookies pada jenis kemasan plastik OPP adalah 141 hari dan untuk kemasan aluminium foil 154 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Armalid, L., Nisa, K. 2017. Pendugaan umur simpan cookies ubi cilembu dengan metode ASLT model Arrhenius. *Jurnal Teknologi Pangan*, 9 (2), 101–108.
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. Syarat mutu cookies. SNI 2973:2011. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Dewi, A., Rahayu, E. S., Widyastuti, Y. 2022. Efektivitas kemasan aluminium foil dalam menjaga kualitas produk pangan. *Jurnal Agroindustri*, 7 (3), 56–64.
- Hustiany, R. 2016. Reaksi Maillard Pembentuk Cita Rasa dan Warna Pada Produk Pangan. Lambung Mangkurat University Press. Banjarmasin
- Kemenkes RI. 2018. Tabel Komposisi Pangan Indonesia. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Khumaida, F. 2021. Pengaruh penambahan tepung kelor pada coklat kelor yang dikeringkan dengan preparasi kering jamur terhadap citarasa, kadar protein dan ketengikan. [Skripsi]. Universitas Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.

- Rahmaris, D., Ratnaningsih, L. 2019. Pemanfaatan tepung mocaf dalam produk bebas gluten. *Jurnal Gizi dan Pangan*, 14 (1), 25–31.
- Ritonga, A., Lubis, A., Siregar, S. 2020. Penerapan model Arrhenius untuk penentuan umur simpan biskuit. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 21 (2), 77–85.
- Shabrina, R., Wahyuni, S., Purba, R. 2022. Pengaruh jenis kemasan terhadap stabilitas klorofil. *Jurnal Pangan Fungsional*, 6 (2), 43–50.
- Shasabilah, R. 2022. Kandungan klorofil dalam daun singkong. *Jurnal Teknologi Pangan*, 8(1), 12–18.
- Tullaila, R. 2023. Pengaruh substitusi tepung daun singkong pada cookies mocaf [Skripsi]. Universitas Lampung.