

Pendugaan Umur Simpan Menggunakan Metode *Accelerated Shelf Life Test* (ASLT) Model Arrhenius pada *Cookies* Biji Nangka

Estimating Shelf Life Using the Accelerated Shelf Life Test (ASLT)

Arrhenius Model on Jackfruit Seed Cookies

Silvia Rahma Devita Sari*, Sudrajah Warajati Kisnawaty, Eni Purwani

Universitas Muhammadiyah Surakarta, Sukoharjo, Indonesia

Email: swk329@ums.ac.id

Artikel History

Submit: 17 Oktober 2025 *Revisi:* 16 April 2026 *Diterima:* 20 April 2026

Abstrak

Cookies berbahan biji nangka sebagai modifikasi bahan pada pembuatan Cookies untuk memanfaatkan biji buah yang dapat diolah menjadi bahan yang layak untuk dikonsumsi. Namun, seperti produk pangan lainnya, cookies juga mengalami penurunan mutu selama penyimpanan akibat berbagai faktor. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh variasi kemasan dan suhu penyimpanan terhadap umur simpan cookies tepung biji nangka. Metode penelitian ini menggunakan eksperimental design Rancangan Acak Kelompok Lengkap dengan perlakuan berdasarkan persentase perbandingan tepung (tepung biji nangka 30%, tepung terigu 70%) perlakuan diulang sebanyak 2 kali ulangan. Penentuan umur simpan menggunakan Accelerated Shelf Life Testing model Arrhenius dengan parameter uji sensoris. Analisis uji statistik menggunakan uji ANOVA two-way. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa umur simpan cookies dengan parameter warna diperoleh dari kemasan aluminium foil dengan suhu 35°C diperoleh umur simpan 22 hari. Sedangkan untuk umur simpan cookies dengan parameter tekstur pada kemasan HDPE dengan suhu 35°C diperoleh umur simpan 121 hari. Uji statistik menyatakan bahwa tidak terdapat pengaruh secara signifikan ($p > 0,05$) antara uji daya terima warna dan tekstur dengan umur simpan. Kesimpulan, tidak terdapat perubahan dan perbedaan yang signifikan terhadap warna dan tekstur cookies selama umur simpan.

Kata Kunci: Arrhenius; ASLT; *Cookies*; Tepung Biji Nangka; Umur Simpan

Abstract

Cookies made from jackfruit seeds represent a modification of ingredients aimed at utilizing fruit seeds as a viable and consumable food source. However, like other food products, cookies experience quality deterioration during storage due to various factors. The objective of this study was to determine the effect of packaging variations and storage temperature on the shelf life of jackfruit seed flour cookies. This study employed an experimental design using a Randomized Complete Block Design (RCBD) with treatments based on the proportion of flour composition (30% jackfruit seed flour and 70% wheat flour), with each treatment replicated twice. Shelf life was determined using the Accelerated Shelf Life Testing (ASLT) method with the Arrhenius model, using sensory parameters. Statistical analysis was conducted using a two-way ANOVA test. The results showed that the shelf life of cookies based on the color parameter, packaged in aluminum foil and stored at 35°C, was 22 days. Meanwhile, based on the texture parameter, cookies packaged in HDPE and stored at 35°C had a shelf life of 121 days. Statistical analysis indicated that there was no significant effect ($p > 0.05$) of acceptability (color and texture) on shelf life. In conclusion, there were no significant changes or differences in the color and texture of cookies during the storage period.

Keywords: Arrhenius; ASLT; *Cookies*; Jackfruit Seed Flour; Shelf Life.

Copyright ©2026 by Authors. This is an open access article under the CC-BY-SA license.



*Penulis Korespondensi:

Silvia Rahma Devita Sari Universitas Muhammadiyah Surakarta, Sukoharjo, Indonesia. Email: swk329@ums.ac.id

Cara Sitasi (IEEE Citation Style):): S. R. D. Sari, S. W. Kisnawaty, and E. Purwani, "Pendugaan Umur Simpan Menggunakan Metode *Accelerated Shelf Life Test* (ASLT) Model Arrhenius pada *Cookies* Biji Nangka," *Nutriology: Jurnal Pangan, Gizi, Kesehatan*, vol. 7, no. 1, p. 1-10, 2026, <https://doi.org/10.30812/nutriology.v7i1.5473>

PENDAHULUAN

Cookies ialah satu dari produk pangan yang diminati semua kalangan masyarakat karena rasa yang enak, tekstur yang renyah, serta kemudahan dalam penyimpanan dan distribusi. Bahan baku dasar dalam pembuatan *cookies* adalah tepung terigu yang berasal dari gandum, sementara gandum tidak di produksi di Indonesia, karena negara Indonesia iklim tropis sehingga gandum sulit tumbuh. Salah satu upaya untuk mengurangi ketergantungan tepung terigu yaitu dengan memanfaatkan potensi lokal seperti biji nangka. Namun, seperti produk pangan lainnya, *cookies* juga mengalami penurunan mutu selama penyimpanan akibat berbagai faktor, seperti kandungan air, oksidasi lemak, perubahan tekstur, serta interaksi antara komponen kimia di dalamnya [1]. Oleh karena itu, pendugaan umur simpan menjadi aspek yang sangat penting dalam menentukan ketahanan produk selama masa penyimpanan agar tetap memiliki kualitas yang baik saat dikonsumsi.

Pendugaan umur simpan makanan bisa dijalankan melalui penggunaan berbagai metode, salah satunya ialah *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) model Arrhenius [2]. Metode ini merupakan pendekatan ilmiah yang digunakan untuk memperkirakan umur simpan produk dengan cara mempercepat laju reaksi penurunan mutu melalui penyimpanan pada suhu yang lebih tinggi dari kondisi normal [3]. Dengan metode ini, produsen dapat melakukan simulasi umur simpan dalam waktu yang lebih singkat dibandingkan dengan metode konvensional, yang memerlukan waktu lama untuk mendapatkan hasil nyata dari penyimpanan produk. Metode ASLT digunakan pada penelitian ini karena memerlukan waktu yang singkat.

Dalam penelitian ini, *cookies* dibuat dengan substitusi tepung biji nangka sebagai salah satu upaya inovasi dalam diversifikasi bahan baku pangan. Biji nangka ialah hasil samping dari konsumsi buah nangka yang selama ini kurang dimanfaatkan secara optimal [4]. Penggunaan tepung biji nangka dalam *cookies* diharapkan dapat meningkatkan nilai gizi produk, sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap tepung terigu yang selama ini mendominasi industri *cookies* [5]. Namun, substitusi tepung biji nangka dalam formulasi *cookies* dapat memberikan pengaruh terhadap karakteristik fisik, kimia, dan sensoris produk [6]. Kandungan serat yang lebih tinggi dalam tepung biji nangka dibandingkan dengan tepung terigu dapat berpengaruh pada tekstur *cookies*, di mana produk bisa menjadi lebih padat dan keras jika tidak diformulasikan dengan tepat.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Kisnawaty & Kurnia [7] substitusi tepung biji nangka yang semakin tinggi pada *cookies* akan semakin meningkatkan kekerasan pada *cookies*. Selain itu, kandungan pati dalam tepung biji nangka juga dapat mempengaruhi kadar air dalam *cookies*, yang pada akhirnya mempengaruhi stabilitas produk selama penyimpanan [8]. Oleh karena itu, kajian lebih lanjut mengenai bagaimana substitusi tepung biji nangka dapat mempengaruhi karakteristik *cookies*, terutama terkait dengan stabilitas dan umur simpannya.

Daya tahan produk selama masa penyimpanan merupakan salah satu elemen kunci yang memengaruhi keberhasilan suatu produk dalam industri makanan, karena ketahanan ini sangat berperan dalam menentukan penerimaan produk di pasar. *Cookies* dengan masa simpan yang panjang tanpa mengalami penurunan kualitas yang signifikan serta memiliki keunggulan kompetitif yang lebih kuat di pasar [9]. Oleh karena itu, dengan menggunakan metode ASLT model Arrhenius, untuk menganalisis laju perubahan mutu *cookies* berbasis tepung biji nangka pada kondisi penyimpanan yang dipercepat [10]. Pendekatan ini diharapkan mampu menyajikan representasi yang lebih akurat mengenai potensi umur simpan produk di kondisi penyimpanan normal [11]. Variabel yang ditambahkan dari penelitian sebelumnya adalah variasi kemasan yang digunakan pada *cookies* selama penyimpanan yaitu terdiri dari 2 jenis kemasan plastik HDPE dan aluminium foil.

Semakin meningkatnya kesadaran masyarakat akan konsumsi pangan berbasis bahan lokal dan alami, pemanfaatan tepung biji nangka dalam produk *cookies* dapat menjadi salah satu inovasi yang menarik. Selain membantu mengurangi limbah pertanian, penggunaan tepung biji nangka juga dapat berkontribusi terhadap peningkatan diversifikasi pangan dan ketahanan pangan nasional. Namun, agar produk ini dapat diterima secara luas, aspek stabilitas dan umur simpan harus dipastikan agar tetap memenuhi standar mutu yang diharapkan oleh konsumen dan industri [12]. Untuk mengatuhui mutu *cookies* pada masa simpan dilakukan uji sensoris dari parameter penilaian tekstur dan warna pada produk *cookies* substitusi biji nangka.

GAP penelitian ini adalah pada penelitian sebelumnya telah banyak mengkaji penggunaan tepung biji nangka pada produk olahan pangan. Adapun perbedaan penelitian ini dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yakni dari lama pemanggangan produk *cookies*. Meskipun penambahan tepung biji nangka pada pembuatan *cookies* sudah banyak peneliti yang menyebutkan akan mempengaruhi tekstur pada *cookies*. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menguji ketahanan tekstur dan warna pada proses penyimpanan yang masih minim. Oleh karena itu, Novelty penelitian ini adalah mengkaji pengaruh uji sensoris warna dan tekstur terhadap umur simpan *cookies*, guna untuk menghasilkan produk pangan fungsional yang memiliki daya terima tinggi. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh variasi kemasan dan suhu penyimpanan terhadap umur simpan *cookies* tepung biji nangka. Kontribusi penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan produk *cookies* yang memiliki daya terima tinggi dengan umur simpan terbaik.

METODE

Rancangan Penelitian

Penelitian yang dilakukan menggunakan *design* Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) yang disusun secara faktorial dengan perlakuan substitusi tepung biji nangka 30% + tepung terigu 70%. *Cookies* disimpan selama 20 hari melalui akselerasi 25°C dan 35°C dengan perlakuan kemasan aluminium foil dan *High-Density Polyethylene* (HDPE). Penelitian ini dilangsungkan pada bulan Juni 2025 dengan memanfaatkan penggunaan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) yang disusun secara faktorial dengan perlakuan substitusi tepung biji nangka 30%. Setiap perlakuan dilakukan 2 kali pengulangan dan setiap ulangan diperoleh 2 data. Proses pembuatan tepung biji nangka dan pembuatan produk *cookies*

dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Pangan, Universitas Muhammadiyah Surakarta. Uji daya terima produk dilakukan melalui uji organoleptik oleh 6 panelis terlatih di Laboratorium Organoleptik, Universitas Muhammadiyah Surakarta. Nilai daya terima memiliki skala 1-9 dengan kategori yaitu, 1 – amat sangat tidak suka, 2 – sangat tidak suka, 3 – tidak suka, 4 – agak tidak suka, 5 – netral, 6 – agak suka, 7 – suka, 8 – sangat suka, 9 – amat sangat suka, dengan parameter tekstur dan warna. Penelitian ini telah memperoleh kelayakan etik dengan Nomor 1.164/V/HREC/2025.

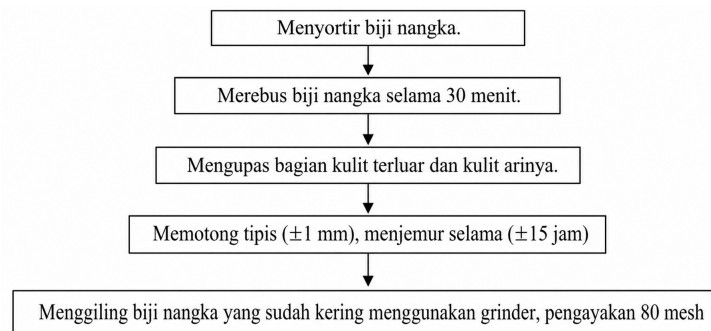
Bahan dan Alat

Pada proses pembuatan *cookies*, alat yang digunakan diantaranya timbangan analitik, baskom, loyang, mixer, cetakan *cookies*, oven. Alat yang digunakan untuk pembuatan tepung biji nangka pisau, baskom, loyang, *shieve shaker*, ayakan tepung 80 mesh dan *cabinet dryer*. Alat untuk pengujian masa simpan yaitu lemari inkubator, plastik HDPE, dan aluminium foil. Alat uji organoleptik menggunakan piring, nampan, bolpoin, lembar penilaian (borang), air putih, plastik hitam, tissue.

Bahan untuk pembuatan *cookies* biji nangka meliputi tepung terigu, tepung biji nangka, telur, gula halus, soda kue, mentega. Pembuatan tepung biji nangka bahan yang digunakan adalah biji nangka. Pengujian umur simpan dan uji organoleptik menggunakan sampel *cookies* yang telah disubstitusikan dengan tepung biji nangka

Prosedur Pembuatan Tepung Biji Nangka

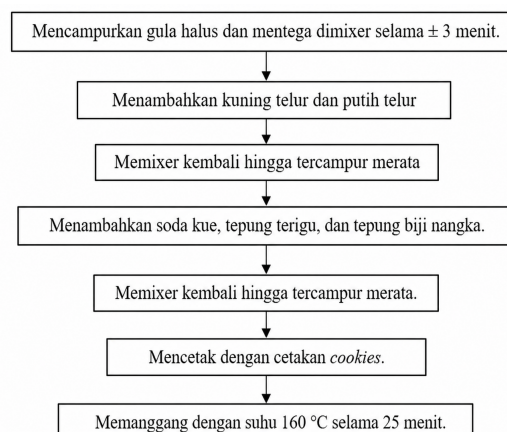
Pada Gambar 1. Menunjukkan proses pembuatan tepung biji nangka merujuk pada penelitian Kisnawaty & Kurnia [7] yaitu dengan menyortir biji nangka, dilanjutkan mengukus biji nangka selama 30 menit. Kemudian mengupas bagian kulit terluar dan kulit air biji nangka. Biji nangka yang sudah dikupas bersih dipotong tipis (± 1 mm). Potongan tipis biji nangka kemudian dikeringkan di bawah paparan sinar matahari selama 15 jam. Setelah mencapai tingkat kekeringan yang diinginkan, biji tersebut digiling melalui penggunaan grinder, kemudian mengayak tepung biji nangka dengan ukuran 80 mesh menggunakan *shieve shaker*).



Gambar 1. Proses pembuatan tepung biji nangka

Prosedur Pembuatan *Cookies*

Pada Gambar 2. Menunjukkan Pproses pembuatan *cookies* merujuk pada penelitian Kisnawaty & Kurnia [7], yaitu dengan mencampurkan gula halus dan mentega dimixer selama 3 menit, kemudian menambahkan putih telur dan kuning telur memixer kembali hingga adonan tercampur merata. Selanjutnya mencampurkan tepung terigu, tepung biji nangka, dan soda kue hingga tercampur secara merata. Adonan yang sudah tercampur secara merata dicetak persegi panjang dan di panggang dengan suhu 160°C selama 25 menit.



Gambar 2. Proses pembuatan *cookies* substitusi tepung biji nangka

Prosedur Umur Simpan

Analisis umur simpan pada *cookies* biji nangka mengacu pada penelitian Simanjuntak [13] dan Hasany [14] dilakukan dengan memanfaatkan penggunaan metode ASLT model Arrhenius. Sampel *cookies* disimpan pada inkubator dengan suhu (25°C / 35°C) dan kemasan (aluminium foil / HDPE) selama 20 hari. Pengamatan dijalankan setiap hari ke- 0, 5, 10, 15, dan 20 hari untuk setiap suhu penyimpanan.

Prosedur Uji Daya Terima

Pengujian daya terima dijalankan guna menilai karakteristik *cookies* yaitu warna dan tekstur. Uji daya terima dijalankan setiap hari ke- 0, 5, 10, 15, 20 diujikan kepada 6 panelis terlatih mengacu pada pedoman [15]. Pada pengujian daya terima ini tidak diperbolehkan untuk memakan sample *cookies*.

Prosedur Analisis Data

Pengolahan data hasil penelitian menggunakan microsoft excel dan SPSS ver 25. Penetapan umur simpan *cookies* didasarkan pada lamanya waktu simpan tertinggi yang diperoleh dari parameter daya terima, seperti warna dan tekstur. Data dari masing-masing parameter tersebut kemudian diplot ke dalam grafik yang menggambarkan hubungan antara durasi penyimpanan dan rata-rata penurunan nilai parameter mutu. Untuk penetapan ordo reaksi yaitu ordo 1. Kemudian dari setiap grafik diperoleh persamaan $y = a + bx$ dan nilai linier (R^2). Persamaan grafik dimanfaatkan dalam pembuatan grafik $\ln k$ dengan $1/T$. Laju penurunan mutu bisa dihitung melalui penggunaan rumus Rumus 1, berikut:

$$K = K_o \times e^{\frac{-Ea}{RT}} \quad (1)$$

Lalu untuk menetapkan pendugaan umur simpan *cookies* biji nangka dari setiap kemasan dan suhu penyimpanan bisa memanfaatkan penggunaan Rumus 2, berikut :

$$t = \frac{\ln A_0 - \ln A_t}{K} \text{ untuk ordo 1} \quad (2)$$

Ordo 1 untuk mengetahui penurunan mutu, kerusakan vitamin, kehilangan (memudarnya) warna reaksi oksidasi, kerusakan tektur (terjadinya keempukan) karena proses pemanasan. Pengolahan data dilanjutkan menggunakan SPSS ver 25. Uji normalitas dilakukan menggunakan metode *Kolmogorov-Smirnov* untuk mengetahui data terdistribusi normal yaitu $p > 0,05$ atau tidak terdistribusi normal yaitu $p < 0,05$. Kemudian data penelitian diuji dengan memanfaatkan penggunaan Uji Anova two-way apabila data berdistribusi normal.

HASIL

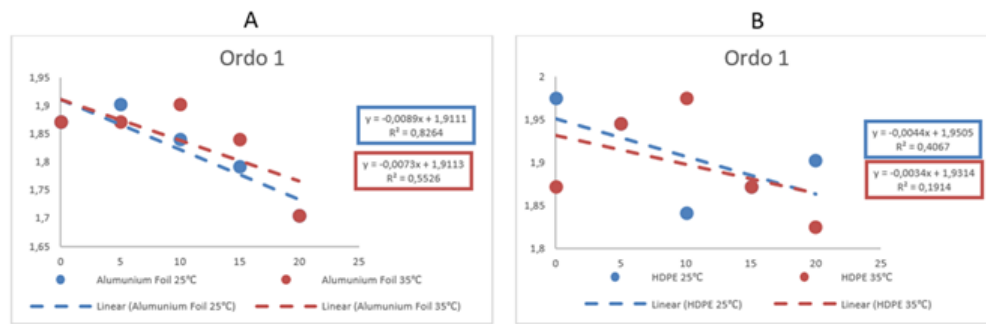
Warna

Berdasarkan data pada Tabel 1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan terhadap daya terima warna selama penyimpanan ($p = 0,052$), meskipun terdapat kecenderungan penurunan nilai pada perlakuan aluminium foil, khususnya pada suhu 35°C. Penurunan ini diduga berkaitan dengan proses degradasi warna akibat reaksi oksidasi dan perubahan kimia selama penyimpanan. Sebaliknya, kemasan HDPE menunjukkan stabilitas warna yang lebih baik dengan fluktuasi nilai yang relatif kecil. Hal ini mengindikasikan bahwa jenis kemasan berperan dalam mempertahankan mutu visual produk, meskipun secara statistik belum menunjukkan perbedaan yang signifikan.

Berdasarkan Gambar 3 poin gambar A, dan B Nilai Ordo 1 pada semua perlakuan menurun seiring waktu penyimpanan, ditunjukkan oleh kemiringan regresi yang negatif. Penurunan lebih tajam terjadi pada kemasan aluminium foil, terutama pada suhu 25°C ($R^2 = 0.8264$), dibandingkan 35°C, yang menunjukkan perubahan lebih cepat dan konsisten. Sebaliknya, pada kemasan HDPE, penurunan lebih landai dengan nilai R^2 lebih rendah (0.4067 dan 0,1914), mengindikasikan variasi data lebih besar dan perubahan yang lebih lambat. Secara keseluruhan, aluminium foil cenderung mengalami penurunan mutu lebih cepat, sedangkan HDPE lebih stabil, dengan pengaruh suhu yang relatif kecil pada HDPE.

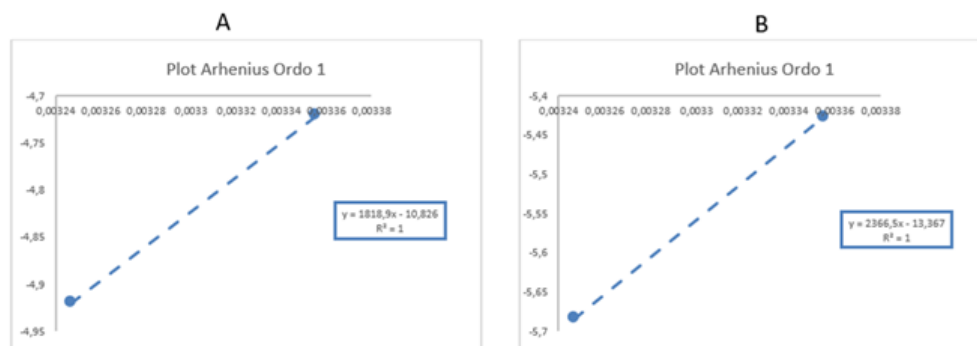
Tabel 1. Formula *cookies bar*

Kemasan	Suhu	Hari ke-0	Hari ke-5	Hari ke-10	Hari ke-15	Hari ke-20
Aluminium Foil	25°C	6,5±2,07	6,67±0,52	6,33±1,21	6±1,55	5,5±1,64
Aluminium Foil	35°C	6,5±1,22	6,5±1,05	6,67±1,37	6,33±1,21	5,5±1,64
HDPE	25°C	7,17±0,98	7±0,63	6,33±0,82	6,5±1,64	6,67±0,82
HDPE	35°C	6,5±1,76	7±1,41	7,17±0,75	6,5±1,04	6,17±1,72



Gambar 3. (A). Grafik hubungan penurunan skor warna menggunakan kemasan alumunium foil terhadap lama penyimpanan. (B). Grafik hubungan penurunan skor warna menggunakan kemasan High Density Polyethylene (HDPE) terhadap lama penyimpanan.

Persamaan Arrhenius pada Gambar 4, menunjukkan umur simpan *cookies* tepung biji nangka. Hasil analisis daya terima pada parameter warna *cookies* tepung biji nangka menunjukkan tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara daya terima warna terhadap variasi kemasan dan suhu penyimpanan pada *cookies* tepung biji nangka dengan nilai p value 0,052 ($p > 0,05$).



Gambar 4. (A) Grafik plot Arrhenius skor warna menggunakan kemasan alumunium foil, (B) Grafik plot Arrhenius skor warna menggunakan kemasan HDPE

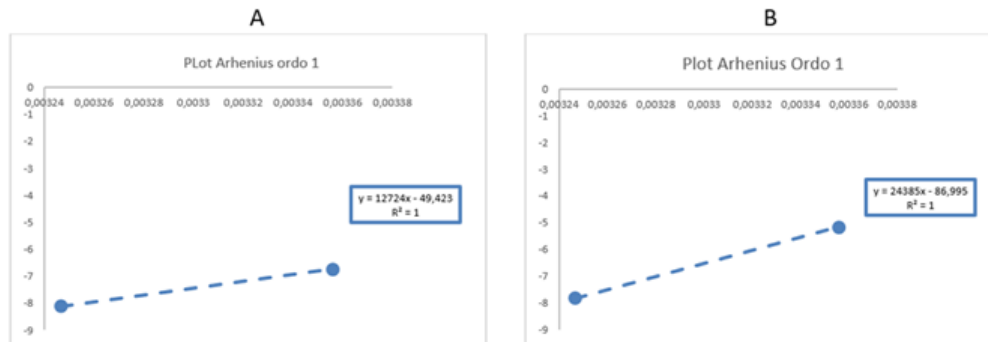
Tekstur

Berdasarkan Tabel 2, didapatkan hasil bahwa daya terima tekstur pada semua perlakuan cenderung relatif stabil selama penyimpanan hingga hari ke-20. Hal ini didukung oleh nilai $p = 0,613$ ($p > 0,05$), yang mengindikasikan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan terhadap daya terima tekstur berdasarkan jenis kemasan, suhu, maupun lama penyimpanan. Meskipun demikian, secara deskriptif terlihat adanya sedikit penurunan nilai pada beberapa perlakuan, terutama pada aluminium foil suhu 25°C dan HDPE suhu 25°C pada hari ke-20. Sebaliknya, pada HDPE suhu 35°C , nilai daya terima tekstur cenderung lebih tinggi dan relatif stabil dibandingkan perlakuan lainnya. Variasi nilai standar deviasi yang cukup besar menunjukkan adanya perbedaan persepsi antar panelis, yang dapat memengaruhi hasil uji statistik. Secara keseluruhan, tekstur produk masih dapat diterima dengan baik selama penyimpanan, dan tidak mengalami perubahan yang berarti.

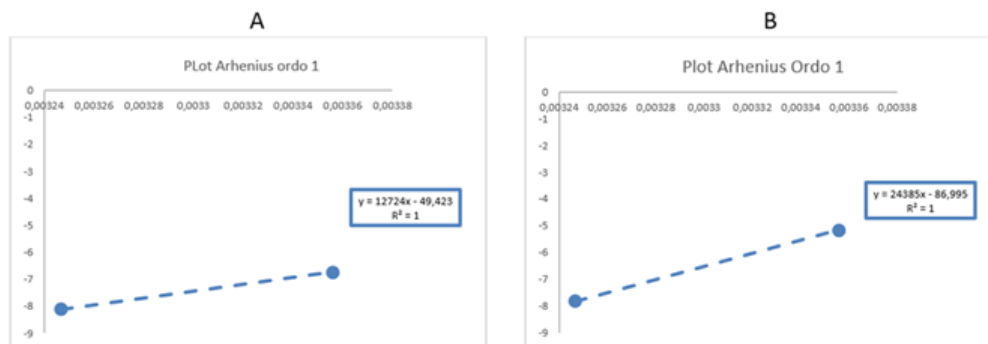
Berdasarkan Gambar 5, menunjukkan perubahan nilai Ordo 1 pada dua jenis kemasan, yaitu aluminium foil (A) dan HDPE (B), pada suhu 25°C dan 35°C selama penyimpanan. Pada kemasan aluminium foil, terlihat bahwa pada suhu 25°C terjadi kecenderungan penurunan nilai Ordo 1 (slope negatif), sedangkan pada suhu 35°C justru menunjukkan kecenderungan sedikit meningkat (slope positif), meskipun keduanya memiliki nilai koefisien determinasi (R^2) yang rendah (0,1207 dan 0,0116), sehingga model regresi kurang mampu menjelaskan variasi data. Sementara itu, pada kemasan HDPE, nilai Ordo 1 cenderung menurun pada kedua suhu, dengan penurunan lebih jelas pada suhu 25°C (slope -0,0057; $R^2 = 0,5298$) dibandingkan 35°C (slope -0,0004; $R^2 = 0,0015$). Secara umum, hasil ini menunjukkan bahwa perubahan nilai Ordo 1 selama penyimpanan relatif kecil dan tidak konsisten, terutama pada aluminium foil, sedangkan pada HDPE terdapat kecenderungan penurunan yang lebih nyata pada suhu lebih rendah, meskipun sebagian besar model memiliki nilai R^2 rendah yang mengindikasikan hubungan yang lemah.

Tabel 2. Daya terima tekstur *cookies* biji nangka selama penyimpanan pada kemasan dan suhu yang berbeda

Kemasan	Suhu	Hari ke-0	Hari ke-5	Hari ke-10	Hari ke-15	Hari ke-20
Aluminium Foil	25°C	6,67±1,75	6,33±1,21	6,33±1,37	6,33±1,21	5,6±1,22
Aluminium Foil	35°C	6±1,09	6,33±1,03	6,33±1,37	6±0,89	6,17±1,83
HDPE	25°C	6,17±1,94	6,5±1,05	6,17±1,47	6,17±1,33	5,5±1,22
HDPE	35°C	6±1,79	7,33±1,21	6,83±0,75	6,5±1,05	6,33±1,5



Gambar 5. (A) Grafik hubungan penurunan skor tekstur menggunakan kemasan aluminium foil terhadap lama penyimpanan. (B) Grafik hubungan penurunan skor tekstur menggunakan kemasan High Density Polyethylene (HDPE) terhadap lama penyimpanan.



Gambar 6. (A) Grafik plot Arrhenius skor tekstur menggunakan kemasan aluminium foil, (B) Grafik plot Arrhenius skor tekstur menggunakan kemasan HDPE.

Persamaan Arrhenius pada Gambar 6, menunjukkan umur simpan *cookies* tepung biji nangka. Hasil analisis daya terima pada parameter tekstur *cookies* tepung biji nangka menunjukkan tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara daya terima tekstur terhadap variasi kemasan dan suhu penyimpanan pada *cookies* tepung biji nangka dengan nilai p value 0,613 ($p > 0,05$).

Penentuan Umur Simpan

Berdasarkan Tabel 3, didapatkan bahwa seluruh parameter (warna dan tekstur) pada kedua jenis kemasan mengikuti model kinetika Arrhenius dengan sangat baik, ditunjukkan oleh nilai $R^2 = 1$ pada semua perlakuan. Hal ini mengindikasikan bahwa hubungan antara $\ln k$ dan $1/T$ bersifat linear sempurna, sehingga perubahan laju reaksi sangat dipengaruhi oleh suhu. Berdasarkan nilai kemiringan (slope), parameter warna memiliki nilai lebih tinggi pada kemasan HDPE (2366.5) dibandingkan aluminium foil (1818.9), yang menunjukkan bahwa perubahan warna pada HDPE lebih sensitif terhadap suhu. Demikian pula pada parameter tekstur, slope pada HDPE (24385) jauh lebih besar dibandingkan aluminium foil (12724), yang mengindikasikan bahwa perubahan tekstur pada HDPE lebih dipengaruhi oleh peningkatan suhu. Secara keseluruhan, meskipun semua perlakuan mengikuti model Arrhenius dengan baik, kemasan HDPE menunjukkan sensitivitas suhu yang lebih tinggi dibandingkan aluminium foil, baik pada parameter warna maupun tekstur. Hasil akhir persamaan Arrhenius yang akan digunakan untuk menghitung masa simpan setiap kemasan dan suhu penyimpanan. Penentuan masa simpan menggunakan R^2 tertinggi yang mendekati nilai 1 tersaji pada Tabel 3. Pada penelitian ini semua parameter mendapatkan nilai R^2 mendekati angka 1 dengan demikian, semua parameter daya terima ditentukan umur simpan kemudian diambil umur simpan terlama.

Tabel 3. Nilai R^2 dan persamaan Arrhenius pada parameter warna dan tekstur

Parameter	Kemasan	R^2	Persamaan Arrhenius
Warna	Aluminium Foil	1	$\ln k = 1818,9(1/T) - 10,826$
Warna	HDPE	1	$\ln k = 2366,5(1/T) - 13,367$
Tekstur	Aluminium Foil	1	$\ln k = 12724(1/T) - 49,423$
Tekstur	HDPE	1	$\ln k = 24385(1/T) - 86,995$

PEMBAHASAN

Temuan penelitian ini adalah menunjukkan bahwa masa simpan mempengaruhi hasil daya terima *cookies* tetapi tidak terdapat perbedaan signifikan pada hasil uji anova two-way yaitu dengan nilai $p > 0,05$ dari setiap uji daya terima yang dilakukan. Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara warna dan tekstur terhadap lama penyimpanan dengan perbedaan suhu penyimpanan dan kemasan *cookies*. Semakin lama umur simpan semakin turun nilai kesukaan panelis terhadap warna dan tekstur *cookies*, karena semakin lama penyimpanan dengan suhu tinggi mengakibatkan *cookies* menjadi kurang renyah. Nilai daya terima memiliki skala 1-9 dengan kategori yaitu, 1 – amat sangat tidak suka, 2 – sangat tidak suka, 3 – tidak suka, 4 – agak tidak suka, 5 – netral, 6 – agak suka, 7 – suka, 8 – sangat suka, 9 – amat sangat suka. Pada penelitian ini hanya menggunakan 1 formula dengan perbandingan 30% tepung biji nangka dan 70% tepung terigu. Hasil daya terima pada *cookies* dengan parameter warna dan tekstur dengan skor rata – rata 6 – 7 dengan kategori agak suka dan suka. Semakin bertambahnya hari pengujian di hari ke-5, 10, 15, dan 20 penilaian daya terima mulai menurun. Penurunan penilaian daya terima lebih cenderung ke penilaian tekstur dikarenakan semakin lama masa simpan kandungan air semakin tinggi yang bisa menurunkan kualitas tekstur *cookies* biji nangka. Pada penelitian *cookies* dengan penambahan ikan patin menunjukkan bahwa penyimpanan menggunakan kemasan aluminium foil dibandingkan dengan kemasan HDPE [13]. Penelitian serupa menyebutkan bahwa *cookies* tanpa kemasan memiliki masa simpan lebih lama dibandingkan *cookies* dengan kemasan yang disimpan pada suhu ruang 25°C .

Parameter warna pada pengujian daya terima menjadi elemen yang paling cepat dan mudah memberikan kesan positif, karena penilaian warna dilakukan secara visual menggunakan indera penglihatan. Secara umum, warna menjadi indikator awal yang digunakan konsumen untuk menilai daya tarik suatu produk [16]. Warna bisa dihasilkan dari bahan dasar pembuatan produk tersebut atau juga bisa dari cara pengolahan saat pemanggangan. Tepung biji nangka mengandung protein serta karbohidrat yang cukup tinggi bila dicampurkan dengan bahan lain maka akan menyebabkan reaksi maillard dimana menghasilkan warna gelap yang semakin meningkat pada produk olahan seiring dengan peningkatan proporsi bahan yang digunakan. Mekanisme pencoklatan *cookies* yaitu terjadinya reaksi maillard saat proses pemanggangan dimana adanya reaksi gugus amino protein dan karbohidrat berupa gula reduksi menghasilkan senyawa melanoidin. Peningkatan intensitas reaksi maillard terjadi karena terdapat kandungan gula dan protein yang semakin tinggi pada adonan. Temuan pada penelitian ini jenis kemasan, suhu penyimpanan, dan lama penyimpanan juga termasuk salah satu faktor yang dapat menurunkan daya terima pada *cookies* [17]. Kemasan aluminium foil dengan suhu 35°C memengaruhi perubahan warna secara signifikan. Semakin lama penyimpanan dan semakin tinggi suhu penyimpanan *cookies* akan berubah warna semakin coklat gelap seperti warna gosong pada *cookies*. Pada umur simpan ke – 20 hari *cookies* dengan kemasan aluminium foil terdapat perubahan yang signifikan dibandingkan dengan *cookies* dengan kemasan HDPE.

Penentuan formula dipilih dari penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa substitusi 30% tepung biji nangka memiliki kadar air yang paling rendah, dengan demikian penentuan umur simpan akan semakin maksimal. Pengujian daya terima pada parameter tekstur mengalami penurunan berkala dari hari ke 0 dengan rata – rata 6, di hari ke – 20 hasil daya terima tekstur dengan rata – rata 5. Peningkatan kadar air selama masa penyimpanan sangat mempengaruhi tekstur *cookies* [18]. Penelitian ini sesuai dengan penelitian sebelumnya semakin lama umur simpan tekstur *cookies* keras pada suhu penyimpanan diatas suhu ruang. Selain peningkatan kadar air pada *cookies* jenis kemasan juga mempengaruhi tekstur. Setiap tipe kemasan memiliki nilai permeabilitas yang berbeda dalam menghambat masuknya uap air dan oksigen. Nilai permeabilitas ini dapat berdampak pada kualitas tekstur *cookies* selama masa penyimpanan. Berlandaskan pada penelitian sebelumnya Ruslandy [19], semakin rendah nilai permeabilitas suatu kemasan, maka semakin baik kemasan tersebut dalam menjaga mutu produk selama masa penyimpanan.

Penentuan umur simpan *cookies* memanfaatkan penggunaan metode *accelerated shelf life test* (ASLT) dengan kemasan (aluminium foil / HDPE) dan suhu penyimpanan (25°C / 35°C). Umur simpan merujuk pada rentang waktu di mana suatu produk masih mempertahankan kualitasnya sebelum mengalami penurunan mutu hingga melewati batas kelayakan konsumsi atau tidak lagi memenuhi standar yang tercantum pada label kemasan. Penurunan ini terjadi akibat proses kerusakan atau deteriorasi yang terus berlangsung, yang pada akhirnya membawa produk ke kondisi mutu yang tidak dapat diterima lagi untuk dikonsumsi. Plastik HDPE lebih baik untuk mempertahankan tekstur karena kemasan tertutup melindungi *cookies*. Penetapan nilai kritis pada *cookies* diperoleh dari parameter uji daya terima dengan ordo 1 untuk melihat penurunan kualitas suatu produk [20].

Hasil penelitian ini memperoleh hasil umur simpan disetiap parameter uji daya terima. Dari parameter warna umur simpan terbaik pada kemasan aluminium foil dengan suhu 35°C diperoleh umur simpan 22 hari 21 jam 33 menit 7 detik. Sedangkan, dari parameter tekstur yang memiliki umur simpan terbaik pada kemasan HDPE dengan suhu 35°C diperoleh umur simpan 121 hari 20 jam 6 menit 43 detik. Pada produk dengan kemasan aluminium foil dengan parameter warna lebih tahan lama mempertahankan warna dari warna hari ke – 0 penyimpanan. Sedangkan dari parameter tekstur kemasan HDPE lebih tahan lama untuk mempertahankan kerenyahan *cookies*. Penelitian ini diharapkan bisa mengembangkan

inovasi pembuatan *cookies* dengan penambahan tepung biji nangka guna untuk menggantikan kebiasaan menggunakan tepung terigu.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa umur simpan *cookies* dengan parameter warna diperoleh dari kemasan aluminium foil dengan suhu 35°C diperoleh umur simpan 22 hari/hari 21 jam 33 menit 7 detik. Sedangkan untuk umur simpan *cookies* dengan parameter tekstur pada kemasan HDPE dengan suhu 35°C diperoleh umur simpan 121 hari. hari 20 jam 6 menit 43 detik. Disarankan dilakukan penelitian lanjutan terkait umur simpan dengan berbagai macam substitusi tepung biji nangka dan pengamati perubahan kadar air disetiap umur masa simpan. Tidak adanya pengaruh yang signifikan warna dan terksutr terhadap umur masa simpan *cookies*. Disarankan untuk penelitian berikutnya untuk menambahkan formulasi tepung biji nangka dan menggunakan sampel control sebagai perbandingan hasil substitusi dengan tepung biji nangka.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada berbagai pihak yang sudah mendukung baik sarana dan prasarana penelitian terutama pada Program Studi Ilmu Gizi Universitas Muhammadiyah Surakarta dan SKIM penelitian Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (DPPM) tahun 2025.

PERNYATAAN KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dalam penyelesaian penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. E. Saputri, U. Ahmad, and L. Pujantoro, "Pendugaan Umur Simpan Bubuk Jahe Merah dalam Kemasan Kertas Kraft Menggunakan Metode ASLT Model Arrhenius." *Journal of Agricultural Engineering/Jurnal Keteknikaan Pertanian*, vol. 11, no. 3, pp. 318–331, 2023, <https://doi.org/10.19028/jtep.011.3.318-331>.
- [2] R. Sukei, K. Syska, and A. D. Nurhayati, "Pendugaan Umur Simpan Buah Melon (*Cucumis melo* L.) terolah Minimal Menggunakan Metode ASLT (Accelerated Shelf Life Test) Model Arrhenius," *Jurnal Agritechno*, vol. 16, no. 2, pp. 158–166, 2023, <https://doi.org/10.70124/at.v16i2.1197>.
- [3] D. N. Surahman, R. Ekafitri, D. Desnilasari, L. Ratnawati, J. Miranda, W. Cahyadi, and A. Indriati, "Pendugaan Umur Simpan Snack Bar Pisang dengan Metode Arrhenius pada Suhu Penyimpanan yang Berbeda (Estimation of Banana Snack Bar Shelf Life with Different Storage Temperatures Using Arrhenius Method)," *Biopropal Industri*, vol. 11, no. 2, pp. 127–137, 2020.
- [4] R. W. Viliantina, N. Rohmawati, and R. B. Antika, "Analisis Protein dan Daya Terima Cookies Biji Nangka dengan Penambahan Tepung Ikan Gabus," *Nutriture Journal*, vol. 2, no. 2, pp. 107–113, 2023, <https://doi.org/10.31290/nj.v2i2.3910>.
- [5] I. Selvianti, N. D. Hastuti, and R. Indriawan, "Uji Organoleptik (Sensori) dan Kadar Air Pembuatan Cookies dengan Penambahan Tepung Biji Nangka (*Artocarpus heteroypplus*)," *Jurnal Teknologi Pangan dan Industri Perkebunan (LIPIDA)*, vol. 4, no. 1, pp. 64–73, 2024, <https://doi.org/10.58466/lipida.v4i1.1670>.
- [6] R. Dharlyansyah, S. Sukardi, and J. S. Utomo, "Penghambatan Penurunan Mutu Cookies Substitusi Tepung Oat dengan Jenis Kemasan Plastik Berbeda terhadap Karakteristik Fisikokimia dan Organoleptik Selama Penyimpanan," *Food Technology and Halal Science Journal*, vol. 6, no. 1, pp. 18–32, 2023, <https://doi.org/10.22219/fths.v6i1.28309>.
- [7] S. W. Kisnawaty and P. Kurnia, "Pengaruh Substitusi Tepung Biji Nangka pada Pembuatan Kukis Ditinjau dari Kekerasan dan Daya Terima," in *Prosiding Seminar Nasional Gizi*, 2017, pp. 91–104.
- [8] D. R. Tarigan, F. Fatimah, and A. S. Nareswara, "Pengaruh Subtitusi Tepung Biji Nangka (*Artocarpus Heterophyllus*) dan Tepung Daun Cincau Hijau (*Cyclea Barbara* L. Miers) terhadap Kadar Protein, Kadar Lemak dan Kadar Energi pada Cookies Rendah Kalori sebagai Alternatif Snack bagi Remaja," *Medika Respati: Jurnal Ilmiah Kesehatan*, vol. 17, no. 4, pp. 261–270, 2022, <https://doi.org/10.35842/mr.v17i4.848>.
- [9] R. R. Amalia, H. Nina, and N. Nuryati, "Pendugaan Umur Simpan Bumbu Bubuk Gangan Asam Khas Banjar Menggunakan Metode ASLT," *Jurnal Teknologi Agro-Industri*, vol. 9, no. 2, pp. 46–59, 2022, <https://doi.org/10.34128/jtai.v9i2.168>.
- [10] N. R. Afistia, N. Nurhidajah, and Y. K. Sya'di, "Pendugaan Umur Simpan Minuman Ekstrak Beras Hitam dalam Kemasan Metalized dengan Pendekatan Arrhenius," *Jurnal Pangan dan Gizi*, vol. 14, no. 2, pp. 51–62, 2024, <https://doi.org/10.26714/jpg.14.2.2024.51-62>.

-
- [11] I. Rahmadi, A. Adiliah, and Z. A. Talitha, "Pengaruh Substitusi Tepung Biji Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lam) Terhadap Karakteristik Organoleptik dan Fisikokimia Biskuit," *Communication in Food Science and Technology*, vol. 2, no. 1, pp. 30–44, 2023, <https://doi.org/10.35472/cfst.v2i1.1275>.
- [12] P. Pramudito, F. Rachim, and P. Andito, "Uji Coba Pembuatan Oatmeal Cookies dengan Tepung Ubi Jalar Ungu sebagai Substitusi Tepung Terigu," *Jurnal Gastronomi Indonesia*, vol. 12, no. 2, pp. 71–78, Desember, 2024, <https://doi.org/10.52352/jgi.v12i2.1386>.
- [13] M. K. Simanjuntak, D. Buchari, and S. Suparmi, "Pendugaan Umur Simpan Cookies yang Difortifikasi dengan Konsentrat Protein Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*) Menggunakan Kemasan Berbeda," *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau*, vol. 3, no. 2, pp. 1–9, 2016.
- [14] M. R. Hasany, E. Afrianto, and R. I. Pratama, "Pendugaan Umur Simpan Menggunakan Metode Accelerated Shelf Life Test (ASLT) Model Arrhenius pada Fruit Nori," *Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan*, vol. 8, no. 1, pp. 48–55, 2017.
- [15] SNI 2973, "Biskuit," 2022.
- [16] S. Cicilia, E. Basuki, A. Alamsyah, I. W. S. Yasa, L. G. Dwikasari, and R. Suari, "Sifat Fisik dan Daya Terima Cookies dari Tepung Biji Nangka Dimodifikasi," *Prosiding Saintek*, vol. 3, pp. 612–621, 2021.
- [17] R. Hayati, H. Hasanuddin, and S. U. Sembiring, "Pengaruh Jenis Kemasan dan Lama Waktu Penyimpanan terhadap Mutu Bubuk Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.)," *Agritech: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, vol. 25, no. 1, pp. 152–162, 2023.
- [18] A. N. Nabilah and S. W. Kisnawaty, "Pengaruh Substitusi Tepung Biji Nangka terhadap Kadar Protein dan Kadar Air Cookies," *Health Information: Jurnal Penelitian*, vol. 15, no. 2, pp. e1104–e1104, 2023.
- [19] A. M. Ruslandy, "Pendugaan Umur Simpan Biji Kopi Arabika Priangan pada Kemasan Kertas Kraft Menggunakan Metode Kadar Air Kritis," Ph.D. dissertation, 2020.
- [20] P. Hariyadi, *Masa Simpan dan Batas Kedaluwarsa Produk Pangan: Pendugaan, Pengelolaan, dan Penandaannya*. Gramedia Pustaka Utama, 2019.

[This page is intentionally left blank.]