

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

(Skripsi)

Oleh

**Ginesti Saputri
2114231015**



**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2025**

ABSTRACT

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

BY

Ginesti Saputri

Cookies were a type of dry baked 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 prepared using 94% mocaf flour and 6% cassava leaf flour, and were packaged in OPP plastic and aluminum foil. The products were stored at 25°C, 35°C, and 45°C for 30 days. Observations were conducted on changes in moisture content, color, and free fatty acid levels. The critical parameter used to determine shelf life was the free fatty acid content, as it was directly related to the product's rancidity level. 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 the free fatty acid level, 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 choice of packaging type and storage temperature played a significant role in preserving the quality and extending the shelf life of cookies made with cassava leaf flour.

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

ABSTRAK

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

Oleh

GINESTI SAPUTRI

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 (*Oriented polypropylene*) 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 setiap 10 hari sekali secara berkala. Parameter kritis yang digunakan dalam penentuan umur simpan adalah asam lemak bebas, karena merupakan indikator utama terjadinya kerusakan oksidatif lemak yang menyebabkan penurunan mutu dan ketengikan. 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

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

Oleh

Ginesti Saputri

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN**

Pada

**Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

Judul Skripsi

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

Nama

: **Ginesti Saputri**

Nomor Pokok Mahasiswa

: **2114231015**

Program Studi

: **Teknologi Industri Pertanian**

Fakultas

: **Pertanian**



Menyetujui,
1. Komisi Pembimbing

Prof. Dr. Ir. Samsul Rizal, M.Si.

NIP. 19690225 199403 1 002

Ir. Fibra Nurainy, M.T.A.

NIP. 19680225 199603 2 001

Mengetahui

2. Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian

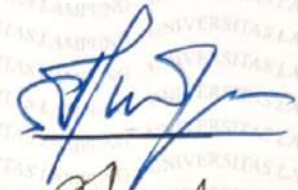
Dr. Erdi Sureso, S.T.P., M.T.A., C.EIA

NIP. 19721006 199803 1 005

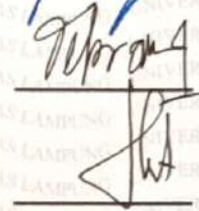
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Prof. Dr. Ir. Samsul Rizal, M.Si.

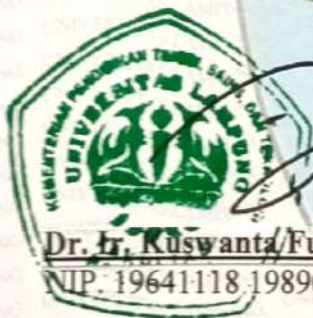


Sekretaris : Ir. Fibra Nurainy, M.T.A.



Penguji Bukan Pembimbing : Prof. Dr. Sri Hidayati, S.T.P., M.P.

2. Dekan Fakultas Pertanian




Dr. Ir. Kuswanta/Futas Hidayat, M.P.
NIP. 19641118.198902 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 25 Juni 2025

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ginesti Saputri

NPM : 2114231015

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil kerja saya sendiri yang berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini tidak berisi material yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 27 Juni 2025

Yang membuat pernyataan



Ginesti Saputri

NPM. 2114231015

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Talang Jawa pada tanggal 22 Februari 2003 sebagai anak kedua dari dua bersaudara pasangan Bapak Turodi dan Ibu Ernawati. Penulis memiliki kakak laki-laki bernama Erdianto. Penulis menyelesaikan Pendidikan Sekolah Dasar di SDN 1 Talang Jawa pada tahun 2015, Sekolah Menengah Pertama di SMPN 1 Merbau Mataram pada tahun 2018, dan Sekolah Menengah Atas di SMAN 1 Merbau Mataram pada tahun 2021.

Pada tahun 2021, penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi Teknologi Industri Pertanian Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada bulan Januari–Februari 2024 di Desa Gedung Aji, Kecamatan Gedung Aji, Kabupaten Tulang Bawang. Penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di PT. Perkebunan Nusantara I Regional 7 Kebun Kedaton dengan judul “Mempelajari Penerapan Manajemen Mutu Lateks pada PT Perkebunan Nusantara I Regional 7 Kebun Kedaton” pada bulan Juli-Agustus 2024. Penerapan manajemen mutu lateks dilakukan mulai dari proses penanganan pasca panen hingga menjadi produk *Ribbed Smoked Sheet* (RSS) yaitu dengan cara memilih bahan baku yang berkualitas, melakukan analisis setiap proses produksi sesuai SNI.

Selama menjadi mahasiswa, penulis juga aktif di Organisasi Kemahasiswaan Fakultas Pertanian Universitas Lampung yaitu Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian sebagai Anggota Bidang Pendidikan dan Penalaran dengan beragam kegiatan dan kepanitiaan.

SANWACANA

Alhamdulillah rabbil'alamiin, puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul " **PENENTUAN UMUR SIMPAN *COOKIES* DENGAN PENAMBAHAN TEPUNG DAUN SINGKONG METODE *ACCELERATED SHELF LIFE TESTING* (ASLT) DENGAN MODEL *ARRHENIUS***". Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini telah mendapatkan banyak arahan, bimbingan, dan nasihat baik secara langsung maupun tidak sehingga penulis pada kesempatan ini, ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A., C.EIA., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
3. Bapak Dr. Wisnu Satyajaya, S.T.P., M.M., M.Si., M.Phil., selaku Sekretaris Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Samsul Rizal, M.Si., selaku Koordinator Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, sekaligus Dosen Pembimbing Pertama yang telah memberikan arahan dan saran atas kesempatan yang diberikan kepada penulis.
5. Ibu Prof. Dr. Sri Hidayati, S.T.P., M.P. selaku Koordinator Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, sekaligus Dosen Pembahas yang telah memberikan saran, kritik dan evaluasi kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
6. Almh. Ibu Otik Nawansih, M.P., selaku Dosen Pembimbing Pertama

sekaligus Pembimbing Akademik, yang dengan ketulusan dan kesabaran telah membimbing, memotivasi, serta memberikan arahan yang berarti selama proses perkuliahan, pelaksanaan penelitian, hingga penyusunan skripsi ini.

7. Ibu Ir. Fibra Nurainy, M.T.A., selaku Dosen Pembimbing Kedua, yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta saran-saran yang konstruktif dan sangat berperan dalam proses penyusunan hingga penyempurnaan skripsi ini.
8. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen, staf administrasi, serta staf laboratorium di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung, atas ilmu, wawasan, serta bantuan yang telah diberikan selama masa studi penulis.
9. Kepada kedua orang tua tercinta, Bapak Turodi dan Ibu Ernawati, atas doa yang tiada henti, kasih sayang, serta dukungan moral dan material yang senantiasa diberikan, yang menjadi sumber kekuatan utama dalam menyelesaikan pendidikan ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada abang saya, Erdianto, atas dukungan dan semangat yang selalu mengiringi setiap langkah dalam proses ini.
10. Kepada sahabat-sahabat terdekat, Sonia, Jeni, Lisa, Yeshi, Desca, dan Cindy, yang telah menjadi tempat berbagi cerita dalam suka maupun duka, serta senantiasa memberikan dukungan dan semangat sejak awal masa perkuliahan.
11. Rekan-rekan Program Studi Teknologi Industri Pertanian angkatan 2021, dukungan dan kebersamaan seluruh cerita suka maupun duka.
12. Penulis memanjatkan doa agar Allah SWT senantiasa membalas segala kebaikan dan dukungan dari seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa karya ini masih jauh dari kata sempurna, namun setiap kekurangan merupakan bagian dari proses pembelajaran yang berharga. Semoga karya sederhana ini dapat memberikan manfaat, baik bagi penulis maupun bagi para pembaca. Aamiin.

Bandarlampung, 25 Juni 2025
Penulis,

Ginesti Saputri

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang dan Masalah.....	1
1.2. Tujuan	4
1.3. Kerangka Pemikiran.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1. Cookies	8
2.2. <i>Cookies</i> Tepung Mocaf Substitusi Tepung Daun Singkong	10
2.3. Kemasan <i>Cookies</i>	11
2.3.1. Kemasan Plastik OPP (<i>Oriented Polypropylene</i>).....	12
2.3.2. Kemasan <i>Alumunium Foil</i>	13
2.4. Umur Simpan	14
III. METODE PENELITIAN	17
3.1. Waktu dan Tempat	17
3.2. Alat dan Bahan.....	17
3.3. Metode Penelitian	17
3.4. Pelaksanaan Penelitian.....	18
3.4.1. Pembuatan Tepung Daun Singkong	18
3.4.2. Pembuatan <i>Cookies</i>	19
3.5. Pengamatan	20
3.5.1. Uji Asam Lemak Bebas.....	20
3.5.2. Uji Warna	20

3.5.3. Uji Kadar Air	21
3.5.4. Penentuan Umur Simpan	21
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1. Cookies Tepung Mocaf Substitusi Tepung Daun Singkong.....	24
4.2. Umur Simpan Produk	25
4.3. Pengaruh Terhadap Jenis Kemasan Asam Lemak Bebas	26
4.3.1. Jenis Kemasan Plastik OPP	26
4.3.2. Jenis Kemasan <i>Alumunium Foil</i>	30
4.4. Pengaruh Jenis Kemasan Terhadap Warna.....	34
4.4.1. Jenis Kemasan OPP	34
4.4.2. Jenis Kemasan <i>Alumunium Foil</i>	37
4.5. Pengaruh Terhadap Jenis Kemasan Kadar Air	41
4.5.1. Jenis Kemasan plastik OPP	41
4.5.2. Jenis Kemasan <i>Alumunium Foil</i>	42
V. KESIMPULAN.....	44
5.1. Kesimpulan	44
5.2. Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Syarat mutu <i>cookies</i> berdasarkan SNI 2973:2011	9
2. Hasil uji asam lemak bebas <i>cookies</i> pada kemasan plastik OPP	27
3. Persamaan regresi dan koefisien determinasi (R^2) asam lemak bebas pada kemasan plastik OPP	27
4. Nilai konstanta laju reaksi (k) model ordo 0 asam lemak bebas pada kemasan plastik OPP	29
5. Hasil uji asam lemak bebas <i>cookies</i> pada kemasan <i>aluminium foil</i>	30
6. Persamaan regresi dan koefisien determinasi (R^2) asam lemak bebas pada kemasan <i>aluminium foil</i>	31
7. Nilai konstanta laju reaksi (k) model ordo 0 asam lemak bebas <i>cookies</i> pada kemasan <i>aluminium foil</i>	33
8. Hasil uji warna <i>cookies</i> pada kemasan plastik OPP	34
9. Persamaan regresi dan koefisien determinasi (R^2) warna <i>cookies</i> pada kemasan plastik OPP	35
10. Nilai konstanta laju reaksi (k) model ordo 0 warna <i>cookies</i> pada kemasan plastik OPP	36
11. Hasil uji warna <i>cookies</i> pada kemasan <i>aluminium foil</i>	38
12. Persamaan regresi dan koefisien determinasi (R^2) warna <i>cookies</i> pada kemasan <i>aluminium foil</i>	38
13. Nilai konstanta laju reaksi (k) model ordo 0 warna <i>cookies</i> pada kemasan <i>aluminium foil</i>	40
14. Hasil uji kadar air <i>cookies</i> pada kemasan plastik OPP	41
15. Hasil uji kadar air <i>cookies</i> pada kemasan plastik OPP	42
16. Pengukuran asam lemak bebas (%) kemasan plastik OPP	51
17. Hubungan antara waktu dengan penurunan mutu asam lemak bebas ordo 0	51

18. Hubungan antara waktu dengan penurunan mutu asam lemak bebas Ordo 1.....	51
19. Persamaan regresi linear parameter asam lemak bebas	52
20. Hubungan antara k, intersep, dan R untuk ordo 0 dan ordo 1.....	52
21. Hubungan antara ln k dan 1/T parameter asam lemak bebas kemasan plastik OPP.....	52
22. Hasil perhitungan umur simpan berdasarkan asam lemak bebas kemasan plastik OPP (ordo 0)	54
23. Pengukuran asam lemak bebas (%)	55
24. Hubungan antara waktu dengan penurunan mutu asam lemak bebas ordo 0	55
25. Hubungan antara waktu dengan penurunan mutu asam lemak bebas ordo 1	55
26. Persamaan regresi linier parameter asam lemak bebas	56
27. Hubungan antara k, intersep, dan R untuk ordo 0 dan ordo 1	56
28. Hubungan antara ln k dan 1/T parameter asam lemak bebas.....	56
29. hasil perhitungan umur simpan berdasarkan asam lemak bebas kemasan <i>aluminium foil</i> (ordo 0)	58
30. Pengukuran warna kemasan plastik OPP	59
31. Hubungan antara waktu dengan penurunan mutu warna ordo 0.....	59
32. Hubungan antara waktu dengan penurunan mutu warna ordo 1.....	59
33. Persamaan regresi linier parameter warna	60
34. Hubungan antara k, intersep, dan R untuk ordo 0 dan ordo 1.....	60
35. Hubungan antara ln k dan 1/T parameter warna kemasan plastik OPP	60
36. Hasil perhitungan umur simpan berdasarkan warna kemasan plastik OPP (ordo 0)	62
37. Pengukuran warna kemasan <i>aluminium foil</i>	63
38. Hubungan antara waktu dengan penurunan mutu warna ordo 0.....	63
39. Hubungan antara waktu dengan penurunan mutu warna ordo 1.....	63
40. Persamaan regresi linier parameter warna	64
41. Hubungan antara k, intersep, dan R untuk ordo 0 dan ordo 1	64
42. Hubungan antara ln k dan 1/T parameter warna kemasan <i>aluminium foil</i>	64
43. Hasil perhitungan umur simpan berdasarkan warna kemasan <i>aluminium foil</i> (ordo 1)	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Cookies</i>	10
2. <i>Cookies</i> tepung daun singkong.....	11
3. Kemasan <i>cookies</i> plastik OPP	13
4. Kemasan <i>cookies</i> <i>aluminium foil</i>	14
5. Diagram alir proses pembuatan tepung daun singkong	18
6. Diagram alir pembuatan <i>cookies</i> substitusi tepung daun singkong	19
7. Grafik regresi linear parameter mutu (ordo nol)	22
8. Grafik regresi linear parameter mutu (ordo satu)	22
9. Grafik hubungan antara nilai $1/T$ dengan $\ln k$ dalam persamaan.....	23
10. Produk <i>cookies</i> mocaf substitusi tepung daun singkong.....	25
11. Grafik laju perubahan asam lemak bebas <i>cookies</i> pada kemasan plastik OPP berdasarkan model ordo 0 (A) dan ordo 1 (B)	27
12. Grafik hubungan antara $\ln k$ asam lemak bebas dan $1/T$ (suhu)	29
13. Grafik laju perubahan asam lemak bebas <i>cookies</i> pada kemasan <i>aluminium foil</i> berdasarkan model ordo 0 (A) dan ordo 1 (B)	31
14. Grafik hubungan antara $\ln k$ asam lemak bebas dan $1/T$ (suhu)	33
15. Grafik laju perubahan warna <i>cookies</i> pada kemasan plastik OPP berdasarkan model ordo 0 (A) dan ordo 1 (B)	35
16. Grafik hubungan antara $\ln k$ asam lemak bebas dan $1/T$ (suhu)	37
17. Grafik laju perubahan warna <i>cookies</i> pada kemasan <i>aluminium foil</i> berdasarkan model ordo 0 (A) dan ordo 1 (B)	38
18. Grafik hubungan antara $\ln k$ asam lemak bebas dan $1/T$ (suhu)	40
19. Proses pembuatan <i>cookies</i>	67
20. proses pencetakan <i>cookies</i>	67
21. penyimpanan <i>cookies</i>	67
22. uji kadar air	67

23. Uji asam lemak bebas.....	67
24. Uji warna.....	67

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang dan Masalah

Berdasarkan statistik konsumsi pangan 2020, rata – rata konsumsi *cookies* pada tahun 2016 sekitar 0,373 ons/kapita per minggu menjadi 0,438 ons/kapita per minggu pada tahun 2020 atau konsumsi dalam setahun sebesar 19,449 ons/kapita pada tahun 2016 menjadi 22,834 ons/kapita pada tahun 2020, dengan rata-rata konsumsi dari tahun 2016- 2020 sebesar 4.250% (Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, 2020). *Cookies* merupakan makanan yang sangat praktis untuk dikonsumsi setiap saat dengan metode pengemasan yang tepat, *cookies* dapat bertahan cukup lama. *Cookies* dipandang dapat memenuhi kebutuhan nutrisi manusia. Seiring berkembangnya waktu, telah banyak inovasi dalam pembuatan *cookies* yang tidak hanya memperhatikan cita rasa, tetapi juga aspek kesehatan. *Cookies* biasanya dinikmati sebagai camilan di antara waktu makan utama, baik antara sarapan dan makan siang maupun antara makan siang dan makan malam.

Cookies dibuat menggunakan tepung terigu sebagai bahan utama yang dikombinasikan dengan berbagai bahan tambahan lainnya dalam komposisi tertentu. Kombinasi bahan-bahan ini menghasilkan *cookies* dengan karakteristik dan tekstur yang khas. Menurut Ardyanti (2023), terdapat beragam formula dalam pembuatan *cookies*, di mana setiap formula disesuaikan dengan karakteristik dan sifat dari bahan-bahan mentah yang digunakan. *Cookies* merupakan salah satu jenis produk kering yang mengandung karbohidrat dan lemak yang tinggi. Berdasarkan penelitian Tullaila (2023), fortifikasi *cookies* dapat dilakukan dengan mensubstitusi tepung terigu menggunakan tepung mocaf dan tepung daun singkong. Mocaf (*Modified Cassava Flour*) merupakan produk turunan dari

tepung singkong menggunakan prinsip modifikasi sel singkong oleh fermentasi, di mana peran enzim mikroba mendominasi selama fermentasi berlangsung.

Penggunaan tepung mocaf memberikan banyak manfaat bagi kesehatan, karena bebas gluten sehingga aman dikonsumsi penderita *celiac disease* dan *Autism Spectrum Disorder* (ASD), memiliki kandungan serat yang baik untuk pencernaan (Rahmaris dan Ratnaningsih, 2019).

Tepung daun singkong merupakan produk olahan yang berasal dari daun singkong yang dikeringkan dan dihaluskan menjadi tepung. Daun singkong memiliki nilai gizi yang cukup tinggi. Berdasarkan data dari Kemenkes RI (2018), dalam setiap 100 gr daun singkong segar terkandung berbagai komponen nutrisi penting, meliputi kadar air yang dominan sebesar 84,4 gr, mineral besi 1,3 mg, nilai energi mencapai 50 kal, kandungan karbohidrat sebesar 7,1 gr, protein sebanyak 6,2 gr, serta serat pangan sebesar 2,4 gr. Tepung daun singkong juga mengandung senyawa klorofil yaitu pewarna hijau alami, dan memberikan cita rasa, aroma yang menarik untuk *cookies*. Jumlah klorofil pada daun singkong tergolong baik, yaitu mencapai 18,141 mg/l (Shasabilah, 2022). Namun, paparan cahaya mempengaruhi kualitas klorofil pada *cookies* yang dibuat dari tepung daun singkong, khususnya dalam hal penyimpanan dan stabilitas produk.

Waktu penyimpanan *cookies* dari tepung daun singkong dapat terpengaruh karena paparan cahaya dapat mempercepat proses oksidasi, yang pada gilirannya dapat menurunkan mutu dan kesegaran *cookies* (Shabrina dkk., 2022). Oleh karena itu, pemilihan jenis kemasan sangat penting untuk memahami kestabilan produk, sehingga memungkinkan penggunaan dua jenis kemasan yang berbeda. Kemasan yang digunakan adalah plastik OPP (*Oriented Polypropylene*), dan *aluminium foil*. Plastik OPP dipilih karena lebih ringan, transparan, dan ekonomis, namun kurang efektif dalam melindungi produk dari cahaya (Maflahah dan Rahman, 2016). Sebaliknya, pemilihan jenis kemasan *aluminium foil* memberikan perlindungan lebih baik terhadap cahaya, udara, dan kelembapan, sehingga lebih tepat untuk menjaga kesegaran dan memperpanjang umur simpan produk, meskipun lebih mahal (Dewi dkk., 2022).

Pemanfaatan tepung daun singkong sebagai bahan substitusi terhadap *cookies* untuk meningkatkan daya terima masyarakat terhadap produk berbasis olahan makanan telah dilakukan, namun umur simpan dari produk tersebut belum diketahui. Selama masa penyimpanan, kerusakan *cookies* dapat terjadi dalam beberapa bentuk yang saling berkaitan. Titik kritis kerusakan *cookies* yaitu aroma ketengikan terjadi akibat proses oksidasi lemak yang menghasilkan senyawa peroksida tidak stabil dan dapat berubah menjadi senyawa aldehid serta keton. Kadar air yang meningkat membuat *cookies* kehilangan kerenyahan dan dapat memicu tumbuhnya mikroorganisme. Warna *cookies* mengalami perubahan dari hijau menjadi lebih gelap atau pucat akibat oksidasi (Winarno, 2004).

Keterangan umur simpan (masa kadaluarsa) produk pangan merupakan salah satu informasi yang wajib dicantumkan oleh produsen pada label kemasan produk pangan. Pencantuman informasi umur simpan menjadi sangat penting karena terkait dengan keamanan produk pangan dan untuk memberikan jaminan mutu pada saat produk sampai ke tangan konsumen. Kewajiban pencantuman masa kadaluarsa pada label pangan diatur dalam Pasal 96 Undang-undang tentang Pangan no. 18 tahun 2012 tujuan pemberian label pangan adalah untuk memberikan informasi yang benar dan jelas kepada masyarakat tentang produk pangan yang dikemas sebelum membeli dan/atau mengonsumsi pangan. Produsen wajib mencantumkan tanggal kadaluarsa yang jelas dan mudah terbaca. Hal ini memudahkan konsumen untuk mengetahui sampai kapan produk tersebut aman dikonsumsi, serta dapat lebih bijak dalam memilih produk dan menghindari pembelian produk yang sudah tidak layak konsumsi.

Mengingat pentingnya kualitas produk selama masa penyimpanan, penentuan umur simpan produk pangan terdapat dua metode yaitu *Extended Storage Studies* (ESS) dan *Accelerated Shelf-life Testing* (ASLT). Metode ESS adalah metode yang digunakan untuk menguji umur simpan suatu produk dengan menyimpannya dalam kondisi penyimpanan yang sesungguhnya (Harris dan Fadli, 2014). Cara ini menghasilkan hasil yang paling tepat, namun memerlukan waktu yang lama dan biaya yang besar. Metode ini umumnya diterapkan untuk mengukur masa simpan produk yang kurang dari 3 bulan. Oleh karena itu dikembangkan metode ASLT,

yaitu dengan cara menyimpan produk pangan pada lingkungan yang menyebabkannya cepat rusak, baik pada kondisi suhu atau kelembaban ruang penyimpanan yang lebih tinggi. Metode akselerasi dapat dilakukan dalam waktu yang lebih singkat dengan akurasi yang baik. Metode ASLT dapat dilakukan dengan menggunakan pendekatan model Arrhenius atau kadar air kritis. Model Arrhenius mensimulasi kerusakan produk oleh reaksi kimia yang dipicu oleh suhu penyimpanan sedangkan model kadar air kritis mensimulasi kerusakan produk yang dipicu oleh penyerapan air oleh produk (Arpah, 2020). Metode ini diterapkan untuk mengukur masa simpan yang melebihi 3 bulan, sehingga cocok digunakan untuk menentukan umur simpan *cookies*.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Mughairy (2020), umur simpan *cookies* yang terbuat dari tepung kacang hijau, dan menggunakan model Arrhenius, hasilnya menunjukkan bahwa *cookies* tersebut dapat disimpan hingga 240 hari pada suhu 25°C. Sementara itu, dalam penelitian Widiastuti (2022), umur simpan *cookies* coklat diprediksi dengan model Arrhenius, yang menunjukkan bahwa *cookies* coklat dapat bertahan hingga 180 hari pada suhu 25°C sebelum mengalami penurunan kualitas yang signifikan. Metode ASLT dipilih karena dapat mensimulasikan kondisi lingkungan dengan suhu tinggi, sehingga produk mencapai batas mutu lebih cepat. Selain itu, penggunaan metode ASLT dengan pendekatan Arrhenius dipilih karena memungkinkan penelitian dilakukan dalam waktu singkat dengan tingkat akurasi tinggi (Ritonga dkk., 2020).

1.2. Tujuan

Tujuan dari 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.

1.3. Kerangka Pemikiran

Menurut SNI 2973:2011, *cookies* adalah sejenis biskuit yang terbuat dari adonan lunak dan memiliki tekstur renyah, di mana saat dipatahkan penampakannya menunjukkan tekstur yang kurang padat. Umumnya, *cookies* dibuat dari tepung terigu. Namun, seiring dengan perkembangan penelitian, tepung terigu dapat disubstitusi atau bahkan digantikan dengan tepung lain. Berbagai jenis tepung, termasuk yang bebas gluten, dapat digunakan dalam pembuatan *cookies*, karena produk ini tidak memerlukan proses pengembangan.

Hal ini membuka peluang untuk menciptakan *cookies* yang lebih beragam, baik dari segi rasa maupun kandungan gizi. Salah satu inovasi dalam pembuatan *cookies* bebas gluten yang kaya gizi adalah *cookies* yang menggunakan tepung mocaf dengan substitusi tepung daun singkong (Tullaila, 2023). Umur simpan *cookies* komersial pada umumnya berkisar antara satu hingga dua tahun, tergantung pada komposisi bahan dan jenis kemasan yang digunakan. Sementara itu, umur simpan *cookies* inovatif berbahan tepung daun singkong belum diketahui secara pasti, sehingga diperlukan pengujian lebih lanjut untuk menjamin kestabilan mutu dan keamanan produk selama penyimpanan, serta agar produk dapat bersaing di pasar dengan produk sejenis yang telah memiliki standar umur simpan yang lebih panjang.

Berdasarkan hasil penelitian Tullaila (2023), formulasi bahan terbaik adalah perlakuan 94% Tepung Mocaf : 6% Tepung Daun Singkong. Formulasi ini merupakan *cookies* terpilih yang memperoleh penilaian kesukaan terhadap parameter warna hijau *olive*, aroma agak khas daun singkong, tekstur renyah, dan *aftertaste* tidak pahit. Kelebihan formulasi *cookies* ini memiliki kandungan gizi yang tinggi dari tepung daun singkong yang kaya akan serat, vitamin, dan mineral, serta mendukung pemanfaatan bahan lokal yang ramah lingkungan. Oleh karena itu, *cookies* ini dapat dijadikan sebagai pilihan produk pangan sehat dengan potensi pengembangan lebih lanjut.

Proses pengolahan pembuatan *cookies* ini meliputi tahapan pembuatan tepung daun singkong kemudian pembuatan *cookies* mocaf substitusi tepung daun

singkong (Tullaila, 2023). Hasil penelitian *cookies* ini belum diketahui umur simpannya, sehingga diperlukan pengujian lebih lanjut untuk memastikan daya tahan dan keamanan produk selama proses penyimpanan. Secara umum, penentuan umur simpan produk *cookies* dapat dilakukan dengan berbagai metode, salah satunya adalah metode *Accelerated Shelf-life Testing* (ASLT), model Arrhenius banyak digunakan untuk pendugaan umur simpan produk pangan yang mudah rusak akibat reaksi kimia, seperti oksidasi lemak, reaksi *Maillard*, denaturasi protein dan sebagainya. Pendugaan umur simpan produk dilakukan dengan menyimpan produk pada kondisi suhu yang ekstrem, sehingga parameter kritisnya mengalami penurunan mutu akibat pengaruh panas. Semakin tinggi suhu penyimpanan maka laju reaksi sebagai senyawa kimia suhu semakin cepat dan umur simpan produk juga semakin cepat (Labuza, 1982). Penentuan umur simpan secara tepat menjadi bagian penting dalam upaya menjamin keamanan pangan, karena produk yang dikonsumsi di luar batas umur simpan (*expired date*) berisiko menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan.

Pendugaan umur simpan *cookies* tepung mocaf dengan substitusi tepung daun singkong. Model Arrhenius dipilih untuk memprediksi umur simpan *cookies* berdasarkan suhu penyimpanan, sementara metode ASLT akan diterapkan untuk mempercepat evaluasi stabilitas produk. Penelitian ini merujuk pada Armalid dan Nisa (2017), mengenai pendugaan umur simpan *cookies* ubi cilembu menggunakan metode ASLT model Arrhenius, dimana produk disimpan pada suhu ruang (25°C), 35°C, dan 45°C. Penelitian Ardyanti dkk. (2023), menunjukkan bahwa *cookies* kecambah kedelai memiliki umur simpan yang dapat diprediksi dengan model Arrhenius, dimana umur simpan pada suhu 25°C diperkirakan mencapai 287,986 hari atau sekitar 9,6 bulan.

Batas kerusakan *cookies* dapat diindikasikan oleh beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas dan kesegaran produk. Faktor - faktor yang dapat mempengaruhi penurunan kualitas produk pangan, yaitu oksigen, uap air, cahaya, mikroorganisme, kompresi atau bantingan, dan bahan kimia yang bersifat toksik. Faktor-faktor ini dapat menyebabkan kerusakan pada produk pangan, seperti oksidasi lipida, kerusakan protein, kerusakan vitamin, perubahan bau, reaksi

pencoklatan, perubahan sifat organoleptik, bahkan pembentukan racun (Harris dan Fadli, 2014). Apabila tidak dikendalikan, perubahan ini tidak hanya menurunkan mutu sensoris, tetapi juga dapat memicu terbentuknya senyawa berbahaya yang mengancam keamanan pangan, seperti racun mikotoksin atau hasil degradasi lemak teroksidasi. Oleh karena itu, pengendalian faktor penyebab kerusakan sangat penting untuk menjaga mutu sekaligus menjamin keamanan produk selama masa simpannya.

Pemilihan jenis kemasan yang tepat sangat penting untuk menjaga kualitas dan kesegaran *cookies* selama penyimpanan, dengan melindungi produk dari faktor eksternal seperti oksigen, kelembapan, dan suhu. Permeabilitas kemasan terhadap uap air dan gas seperti oksigen menjadi faktor kunci dalam menjaga mutu produk, karena reaksi oksidasi lemak dan perubahan tekstur *cookies* sangat dipengaruhi oleh masuknya oksigen dan kelembapan dari lingkungan luar. Plastik OPP (*Oriented Polypropylene*) merupakan salah satu jenis kemasan yang umum digunakan karena memiliki sifat kedap air dan permeabilitas oksigen yang cukup rendah. Penelitian Wahyudi (2016) menunjukkan bahwa *cookies* yang dikemas dengan plastik OPP tetap renyah dan segar lebih lama dibandingkan dengan kemasan plastik lainnya. Selain itu, OPP juga memiliki tampilan visual yang menarik sehingga dapat meningkatkan daya tarik konsumen (Azizah dkk., 2020).

Sementara itu, pada jenis kemasan *aluminium foil* memberikan perlindungan yang lebih unggul terhadap cahaya, udara, dan kelembapan karena sifatnya yang hampir tidak tembus terhadap gas dan uap air. Hal ini menjadikannya sangat efektif untuk produk-produk yang rentan terhadap kerusakan akibat oksidasi atau paparan cahaya, seperti *cookies* yang mengandung lemak (Dewi dkk., 2022). Oleh karena itu, pemilihan kemasan dengan tingkat permeabilitas yang rendah, seperti OPP dan *aluminium foil*, berperan penting dalam memperpanjang umur simpan sekaligus menjamin keamanan pangan produk selama masa penyimpanan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Cookies

Cookies merupakan produk pangan serbaguna yang praktis dan tahan lama ketika disimpan dengan benar. Produk ini tidak hanya berfungsi sebagai camilan, tetapi juga dapat diformulasikan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi spesifik. Seiring perkembangan teknologi pangan, inovasi *cookies* terus dilakukan untuk menghasilkan produk yang menggabungkan cita rasa dan manfaat kesehatan.

Cookies memiliki karakteristik renyah yang khas. Di Indonesia, produksi *cookies* masih bergantung pada terigu impor, dengan volume mencapai 61.718 ton pada tahun 2018 (Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, 2015).

Cara untuk mengatasi ketergantungan ini, mocaf dan tepung daun singkong hadir sebagai alternatif lokal yang menjanjikan. Tepung daun singkong dapat digunakan sebagai substitusi parsial terigu karena kandungan protein, serat, dan mineralnya yang tinggi, sehingga dapat meningkatkan nilai gizi *cookies* (Faridah dkk., 2018). Sementara itu, tepung mocaf yang dihasilkan melalui fermentasi singkong menggunakan bakteri asam laktat, memiliki keunggulan seperti viskositas optimal, kemampuan gelasi yang baik, serta daya rehidrasi dan kelarutan yang tinggi (Assalam dkk., 2019). Meski demikian, perbedaan mendasar antara mocaf dan terigu terletak pada kandungan protein gluten yang hanya dimiliki terigu.

Aspek kualitas, masa simpan menjadi faktor krusial dalam produksi *cookies*. Penurunan mutu terutama disebabkan oleh penyerapan air selama penyimpanan, yang berdampak pada berkurangnya kerenyahan produk (Wijaya dkk., 2014). Standar kualitas biskuit termasuk *cookies*, Indonesia telah menetapkan SNI 2973:2011 yang mengatur berbagai aspek produksi biskuit, termasuk spesifikasi

bahan, metode pengujian, standar *higiene*, serta ketentuan pengemasan dan pelabelan. Regulasi ini mencakup biskuit, *krekers*, *cookies*, *wafer*, dan pai berbahan dasar terigu, namun tidak berlaku untuk varian khusus seperti biskuit *assorted*, biskuit bar sereal isi, *egg roll*, dan *crepes*. Adapun syarat mutu SNI biskuit, *krekers*, *cookies*, *wafer*, dan pai disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Syarat mutu *cookies* berdasarkan SNI 2973:2011

No	Kriteria uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		
1.1	Bau	-	normal
1.2	Rasa	-	normal
1.3	Warna	-	normal
2	Kadar air (b/b)	%	maks. 5
3	Protein (N x 6,25) (b/b)	%	min. 5 min.4,5* min.3**
4	Asam lemak bebas (b/b)	%	maks. 1,0
5	Cemaran logam		
5.1	Timbal (Pb)	mg/kg	maks. 0,5
5.2	Kadmium (Cd)	mg/kg	maks. 0,2
5.3	Timah (Sn)	mg/kg	maks. 40
5.4	Merkuri (Hg)	mg/kg	maks. 0,05
5.5	Arsen (As)	mg/kg	maks. 0,5

Sumber : Badan standarisasi nasional, 2011

Tahapan pembuatan *cookies* terdiri dari tiga proses utama: persiapan adonan, pembentukan, dan pemanggangan. Tahap awal dimulai dengan mencampurkan dan mengaduk semua bahan hingga adonan tercampur rata. Setelah adonan siap, dilakukan proses pembentukan *cookies* dengan cara mencetak adonan sesuai bentuk yang diinginkan. *Cookies* yang telah dicetak kemudian disusun di atas loyang yang sudah diberi lapisan kertas untuk mencegah *cookies* menempel. Proses terakhir adalah pemanggangan yang dilakukan menggunakan oven dengan suhu terkontrol antara 180°- 250°C dengan waktu 16-20 menit. Perlu diperhatikan bahwa suhu awal oven tidak boleh terlalu tinggi, karena dapat mengakibatkan bagian eksternal *cookies* matang terlalu cepat. Kondisi ini dapat menghambat proses pengembangan adonan secara optimal dan menyebabkan permukaan *cookies* menjadi retak. Berikut adalah *cookies* disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. *Cookies*
Sumber : Data primer 2025

2.2. *Cookies* Tepung Mocaf Substitusi Tepung Daun Singkong

Cookies mocaf merupakan produk *cookies* yang menggunakan tepung mocaf sebagai bahan baku utama (Normasari, 2010). Penelitian mengenai *cookies* tepung mocaf, terutama yang bebas gluten, telah banyak dilakukan. Namun, penelitian yang mengembangkan *cookies* tepung mocaf dengan substitusi tepung daun singkong masih terbatas. Salah satu penelitian yang mengkaji hal ini adalah yang dilakukan oleh Tullaila (2023), mengenai pengaruh substitusi tepung daun singkong terhadap *cookies* tepung mocaf. *Cookies* dengan substitusi tepung daun singkong ini termasuk dalam kategori produk pangan inovatif, karena tepung daun singkong memiliki kandungan gizi yang tinggi. Kandungan gizi utama tepung daun singkong antara lain protein kasar (23,281%), lemak kasar (4,443%), serat kasar (16,631%), kalsium (0,163%), dan fosfor (0,291%) (Noviadi dkk., 2014).

Hasil penelitian Tullaila (2023), menyatakan formulasi bahan terbaik dalam pembuatan *cookies* ini adalah perlakuan 94% Tepung Mocaf : 6% Tepung Daun Singkong. *Cookies* ini terpilih memperoleh penilaian kesukaan terhadap parameter warna hijau *olive*, aroma agak khas daun singkong, tekstur renyah, dan *aftertaste* tidak pahit sehingga diterima oleh konsumen. Formulasi ini dipilih karena selain memiliki sifat sensori yang sesuai dengan kriteria, substitusi tepung daun singkong memberikan kandungan gizi yang lebih tinggi. Hal ini dapat menjadi pilihan sebagai produk pangan camilan sehat, dengan meningkatnya kesadaran akan pentingnya konsumsi pangan sehat membuat *cookies* ini memiliki potensi pasar yang luas. Berikut adalah *cookies* tepung daun singkong disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. *Cookies* tepung daun singkong
Sumber: Data primer 2025

2.3. Kemasan *Cookies*

Kemasan adalah suatu wadah atau pembungkus yang digunakan sebagai pelindung untuk produk yang dikemas, serta berfungsi untuk membangun identitas suatu *brand* dan menarik perhatian konsumen terhadap produk tersebut (Nathanael, 2022). Kemasan memiliki tuntutan khusus dalam konteks desain komunikasi visual, karena berhadapan langsung dengan konsumen. Tuntutan ini mencakup aspek teknis, kreatif, komunikatif, dan pemasaran, yang harus diwujudkan dalam bahasa visual (Azhari, 2016). Selain itu, penting untuk mematuhi regulasi yang ditetapkan oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN), seperti SNI 7044:2018 mengenai "Kemasan Makanan dan Minuman," yang mengatur persyaratan keamanan dan kualitas kemasan agar tidak menimbulkan kontaminasi pada produk (Apriyanti, 2018).

Industri makanan saat ini seperti pada kemasan *cookies*, desain kemasan yang menarik dan fungsional sangat penting, selain melindungi produk agar tetap segar dan utuh, kemasan juga harus mampu menarik perhatian konsumen, meningkatkan daya jual, dan memberikan informasi yang jelas tentang produk. Upaya untuk meminimalkan penyimpangan mutu dapat dilakukan dengan pemilihan jenis pengemasan. Pengemasan yang baik dapat mempertahankan kualitas dan memperpanjang umur simpan *cookies*. Persyaratan kemasan untuk bahan pangan antara lain adalah permeabilitas terhadap udara kecil, tidak menyebabkan penyimpangan warna produk, tidak bereaksi dengan produk sehingga merusak citarasa, tidak mudah teroksidasi atau bocor, tahan panas,

melindungi kandungan air dan lemaknya, mudah diperoleh dan harganya murah (Indriani, 2014). Pemilihan bentuk dan jenis kemasan harus disesuaikan dengan produk yang akan dikemas. Bahan kemasan yang digunakan dapat bervariasi, mulai dari kertas, plastik, gelas, logam, hingga serat yang dilaminasi (Dewi dkk., 2022). Berikut adalah jenis kemasan *cookies* yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu kemasan OPP (*Oriented Polypropylene*), dan *aluminium foil*.

1.3.1. Kemasan Plastik OPP (*Oriented Polypropylene*)

Plastik OPP (*Oriented Polypropylene*) merupakan bahan kemasan yang terbuat dari *polipropilena* (PP) yang telah melalui proses orientasi, yaitu peregangan pada suhu tertentu untuk meningkatkan kekuatan mekanis, kejernihan, dan ketahanannya terhadap kelembapan serta bahan kimia (Maflahah dan Rahman, 2016). Penggunaan plastik OPP sebagai kemasan *cookies* memberikan beberapa keuntungan, antara lain bersifat transparan, ringan, memiliki permukaan yang mengkilap, serta memberikan perlindungan terhadap pengaruh lingkungan. OPP memiliki permeabilitas uap air (*Water Vapor Transmission Rate/WVTR*) yang relatif rendah, yaitu sekitar 1,0–1,5 g/m²/24 jam pada suhu 38 °C dan kelembapan relatif 90%, sehingga mampu membatasi masuknya uap air dari lingkungan ke dalam kemasan (Robertson, 2013).

Selain itu, OPP juga memiliki permeabilitas terhadap gas oksigen (*Oxygen Transmission Rate/OTR*) sebesar 1000–2000 cc/m²/24 jam, tergantung ketebalan dan struktur lapisan film. Nilai permeabilitas ini menunjukkan bahwa OPP masih memungkinkan terjadinya transfer gas dan uap air dalam jumlah terbatas, sehingga cocok digunakan untuk produk dengan kadar air rendah seperti *cookies*, tetapi tidak seefektif *aluminium foil* dalam menahan penetrasi oksigen. Dalam penelitian ini, *cookies* dikemas menggunakan plastik OPP berukuran 4,5 cm × 7,5 cm, dengan setiap kemasan berisi satu buah *cookies*. Berikut adalah kemasan *cookies* plastik OPP yang disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Kemasan *cookies* plastik OPP
Sumber : Data primer 2025

1.3.2. Kemasan *Aluminium Foil*

Kemasan *aluminium foil*, atau kemasan *alufoil*, adalah jenis kemasan yang terbuat dari bahan dasar *aluminium foil*. Umumnya, kemasan ini digunakan untuk melindungi produk dari paparan cahaya matahari dan untuk menyimpan produk bubuk yang rentan menggumpal. Kemasan *aluminium foil* dipilih sebagai bahan kemasan *cookies* karena memiliki ketahanan yang baik terhadap paparan cahaya, kelembaban, udara, dan minyak, sehingga sangat cocok untuk menjaga kualitas *cookies*. Selain itu, kemasan ini juga dapat membantu memperpanjang umur simpan produk dengan mengurangi kontak langsung dengan udara dan unsur-unsur eksternal yang dapat merusak kesegaran dan cita rasa *cookies*.

Aluminium foil memiliki permeabilitas yang sangat rendah, baik terhadap uap air ($WVTR \approx 0 \text{ g/m}^2/24 \text{ jam}$) maupun oksigen ($OTR \approx 0 \text{ cc/m}^2/24 \text{ jam}$), sehingga dikategorikan sebagai kemasan dengan sifat penghalang total. Kemasan ini secara efektif mencegah terjadinya reaksi kimia yang dapat menurunkan mutu *cookies*, seperti ketengikan akibat oksidasi lemak dan perubahan tekstur akibat penyerapan air. Selain itu, kemasan *aluminium foil* bersifat ringan namun kuat, sehingga memudahkan dalam proses distribusi dan penyimpanan tanpa meningkatkan risiko kerusakan fisik pada produk (Dewi dkk., 2022). Berikut adalah kemasan *aluminium foil* disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Kemasan *cookies aluminium foil*
Sumber : Data primer 2025

2.4. Umur Simpan

Umur simpan (*Shelf life*) produk pangan adalah waktu yang diperlukan untuk mengalami kerusakan hingga mencapai tingkat yang tidak dapat diterima. Durasi umur simpan ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti kondisi penyimpanan, proses produksi, dan jenis kemasan yang digunakan. Informasi mengenai umur simpan harus dicantumkan oleh produsen pada label kemasan, karena hal ini berkaitan dengan aspek keamanan dan jaminan mutu produk saat diterima oleh konsumen. Faridah dkk. (2018), menyatakan bahwa produk pangan seperti *cookies* dapat disimpan dalam jangka waktu yang relatif lama, yakni antara 3 hingga 6 bulan. Penurunan kualitas *cookies* dapat diamati dari penurunan kekerasan atau kerenyahan, warna, dan aroma (Wijaya dkk., 2014).

Penentuan umur simpan produk pangan, dapat menggunakan metode *Extended Storage Studies* (ESS) dan *Accelerated Shelf-life Testing* (ASLT). Metode ESS atau konvensional, metode ini dilakukan dengan menyimpan produk pada kondisi penyimpanan yang sebenarnya. Cara ini menghasilkan hasil yang paling tepat, namun memerlukan waktu yang lama dan biaya yang besar (Harris dan Fadli, 2014). Umumnya metode ini digunakan untuk menentukan tanggal kadaluarsa produk pangan yang memiliki perkiraan masa kadaluarsa kurang dari 3 bulan. Hasil penelitian Sutrisno (2017), dalam menentukan umur simpan keripik singkong menggunakan metode ESS pada suhu ruang (25°C) dan suhu tinggi (30°C). Hasilnya, keripik singkong yang disimpan pada suhu ruang memiliki umur simpan 120 hari, sedangkan pada suhu 30°C, umur simpan menurun menjadi 90 hari.

yang mempercepat penurunan mutu, seperti mengubah suhu atau kelembaban. Model Arrhenius dalam metode ASLT adalah model yang memprediksi percepatan kegagalan akibat peningkatan suhu (Haryati dkk., 2015). Model ini menggunakan persamaan Arrhenius, yang menghubungkan konstanta laju reaksi kimia, suhu absolut, dan faktor A. Hasil penelitian yang menggunakan metode ASLT dengan model Arrhenius, seperti yang dilakukan oleh Hapsari (2014), menunjukkan bahwa biskuit yang diuji memiliki umur simpan sekitar 324 hari pada suhu 28°C. Sementara itu, menurut penelitian Purnamasari dkk. (2020), biskuit dengan substitusi 60% tepung tempe dan 3% tepung ikan sarden dalam kemasan transparan diperkirakan memiliki umur simpan 73 hari, sedangkan dalam kemasan gelap dapat bertahan hingga 108 hari.

Perkiraan umur simpan produk pangan juga dapat dilakukan dengan menggunakan model kadar air kritis, yang dihitung berdasarkan persamaan Labuza (Labuza, 1982). Proses ini melibatkan kontrol terhadap kondisi lingkungan penyimpanan, termasuk kelembaban, untuk mempercepat reaksi yang dapat menyebabkan kerusakan pada produk. Kelembaban yang tidak terkendali dapat mempercepat perubahan tekstur dan kualitas produk, sehingga pengendalian kadar air yang tepat sangat penting dalam memperkirakan umur simpan yang akurat (Labuza, 1982). Berdasarkan hasil penelitian Putri dkk. (2023), mengenai umur simpan *cookies* berbasis daun katuk menunjukkan perkiraan umur simpan pada berbagai tingkat kelembaban relatif (RH), yaitu 397 hari pada RH 32,9%, 290 hari pada RH 44,7%, 199 hari pada RH 64,9%, 167 hari pada RH 76,9%, dan 151 hari pada RH 85%.

Suhu penyimpanan terbukti memiliki pengaruh yang signifikan terhadap perubahan mutu produk pangan, karena semakin tinggi suhu penyimpanan, semakin cepat pula laju reaksi kimia yang terjadi. Oleh karena itu, faktor suhu selalu menjadi pertimbangan utama dalam memperkirakan laju penurunan mutu produk pangan selama masa penyimpanan (Syarief dan Halid, 1993). Prosedur penentuan umur simpan produk pangan dengan metode *Accelerated Shelf-life Testing* (ASLT) model Arrhenius mengacu pada penelitian Syarief dan Halid (1993), yaitu: 1). Persiapan sampel produk pangan yang akan diuji; 2).

Penyimpanan sampel pada beberapa suhu percobaan yang berbeda (suhu ekstrem); 3. Pengamatan dan pengukuran parameter mutu pada interval waktu tertentu; 4). Analisis data dengan menggunakan persamaan Arrhenius; 5). Ekstrapolasi data untuk memprediksi umur simpan pada suhu penyimpanan normal; 6). Membuat kesimpulan tentang perkiraan umur simpan produk pangan.

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari s.d April 2025 di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian, Laboratorium Analisis Hasil Pertanian, dan Laboratorium Uji Sensori Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2. Alat dan Bahan

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.

3.3. Metode Penelitian

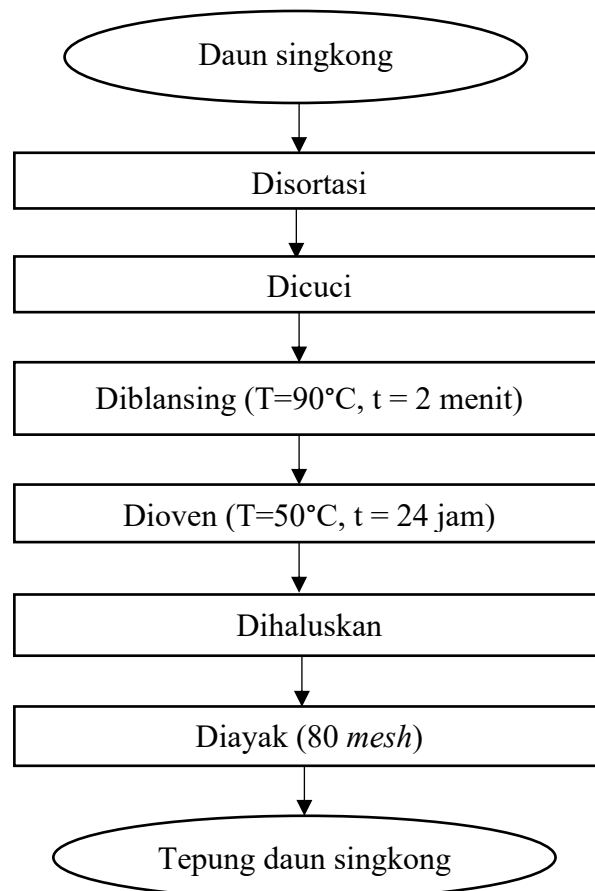
Penelitian ini disusun secara deskriptif. *Cookies* tepung daun singkong disimpan pada tiga suhu berbeda yaitu, suhu kamar (25 °C), 35°C, dan 45 °C (Armalid dan Nisa, 2017). Produk ini dibuat sebanyak 96 pcs *cookies*, dengan isi perkemasan 1 pcs *cookies*. Produk *cookies* dikemas dalam kemasan plastik OPP (*Oriented Polypropylene*) dan kemasan *aluminium foil*. Penyimpanan dilakukan selama 30 hari. Pengamatan yang dilakukan terhadap kadar air, asam lemak bebas, dan warna setiap sepuluh hari sekali yaitu pada hari ke 0, 10, 20 dan 30. Data hasil

pengujian digunakan untuk menentukan umur simpan menggunakan metode akselerasi (penyimpanan dipercepat) dengan persamaan Arrhenius (kinetika reaksi) menggunakan *Microsoft excel* 2019.

3.4. Pelaksanaan Penelitian

3.4.1. Pembuatan Tepung Daun Singkong

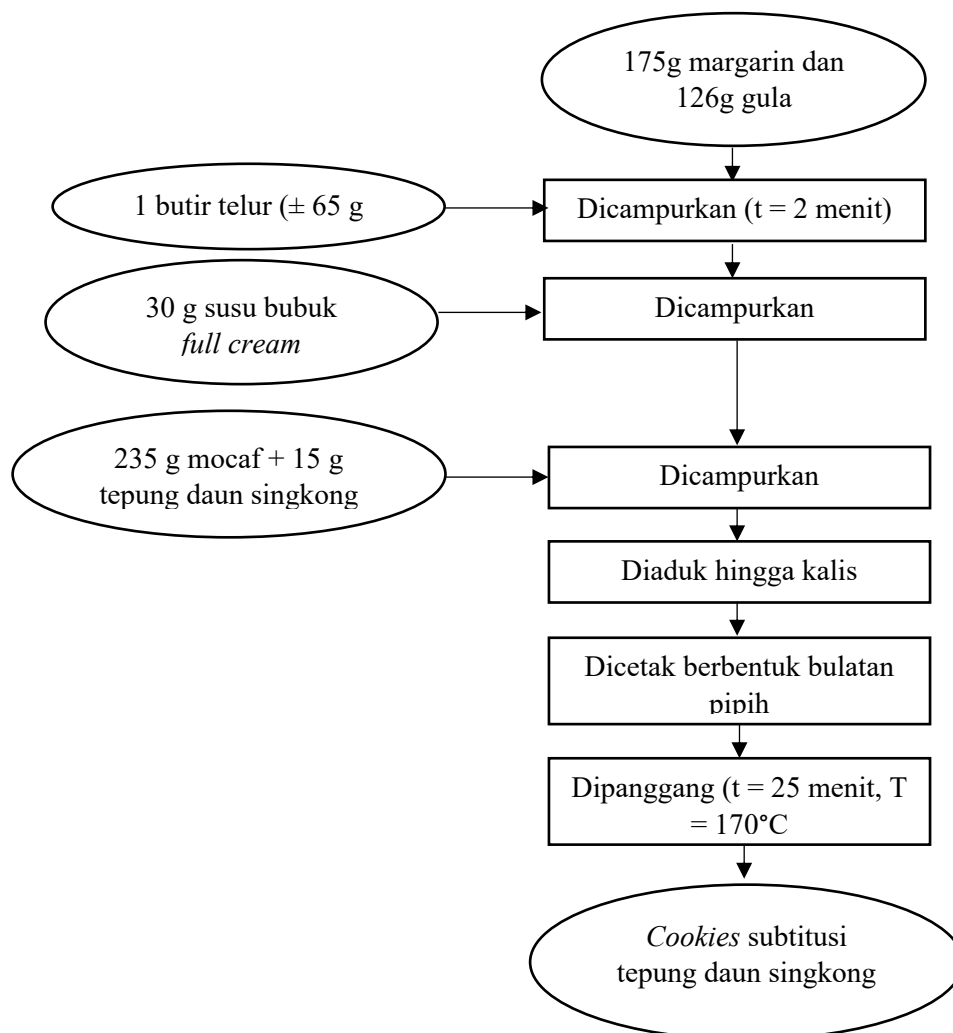
Mengacu pada Tullaila (2023), pembuatan tepung daun singkong dalam penelitian ini diawali dengan sortasi daun singkong segar, yang kemudian dicuci dan diblansing pada suhu 90°C selama 2 menit. Setelah itu, daun singkong dikeringkan menggunakan oven pada suhu 50°C selama 24 jam. Daun singkong yang telah kering kemudian dihaluskan menggunakan grinder dan diayak dengan ayakan 80 *mesh* untuk memperoleh tepung daun singkong yang halus. Diagram alir pembuatan tepung daun singkong disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram alir proses pembuatan tepung daun singkong.

3.4.2. Pembuatan *Cookies*

Mengacu pada Tullaila (2023), pembuatan *cookies* diawali dengan mencampurkan margarin dan gula halus menggunakan mixer selama 2 menit. Selanjutnya, telur ditambahkan dan diaduk menggunakan mixer selama 1 menit, diikuti dengan penambahan susu bubuk *fullcream* dan dimixer kembali selama 1 menit. Setelah itu, tepung daun singkong dan tepung mocaf dicampurkan hingga adonan menjadi homogen dan kalis. Adonan kemudian dicetak berbentuk bulat pipih, dengan diameter 4,5 cm dan tinggi 1,5 cm dan dipanggang menggunakan oven selama 25 menit pada suhu 170°C. Diagram alir pembuatan *cookies* mocaf substitusi daun singkong disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram alir pembuatan *cookies* substitusi tepung daun singkong

3.5. Pengamatan

3.5.1. Uji Asam Lemak Bebas

Analisis asam lemak bebas pada *cookies* dilakukan menggunakan metode titrasi untuk mengetahui tingkat kerusakan lemak akibat proses oksidasi atau hidrolisis selama penyimpanan. Proses sebelum titrasi, lemak diekstraksi dari sampel menggunakan alat soxhlet, yang berfungsi untuk memisahkan lemak secara efisien dari matriks padat. Metode ini umum digunakan dalam analisis pangan untuk memperoleh ekstrak lemak murni. Pengujian ini penting dilakukan karena peningkatan asam lemak bebas dapat menurunkan mutu sensoris dan mempercepat proses ketengikan pada produk *cookies*. Standar mutu asam lemak bebas *cookies* yaitu maksimum 1,0 % berdasarkan SNI 2973:2011. Berikut adalah rumus perhitungan asam lemak bebas.

$$\text{Asam lemak bebas (\%)} = \frac{(28,2 \times V \times N)}{m} \times 100\%$$

Keterangan :

V = volume KOH atau NaOH yang diperlukan dalam penitrasi contoh, dinyatakan dalam (mL).

N = Normalitas larutan KOH atau NaOH, dinyatakan dalam normal (N)

W = bobot contoh yang di uji dinyatakan dalam gram (g)

3.5.2. Uji Warna

Pengujian warna pada *cookies* dilakukan menggunakan alat *colorimeter*. Sampel terlebih dahulu dimasukkan ke dalam plastik transparan, kemudian alat *colorimeter* ditempelkan langsung pada permukaan sampel untuk dilakukan pengukuran. Parameter warna yang diukur meliputi nilai L, a, dan b. Nilai L menunjukkan tingkat kecerahan (*lightness*) dengan rentang 0 (hitam) hingga 100 (putih). Sedangkan axis a menunjukkan intensitas warna merah (*redness*) dengan skala (-) untuk warna hijau sampai (+) untuk warna merah dan axis b dengan skala (-) untuk warna biru dan (+) untuk warna kuning. Selanjutnya, data warna yang diperoleh dianalisis berdasarkan sistem CIELab (Saricoban & Mustafa, 2010).

3.5.3. Uji Kadar Air

Pengukuran kadar air *cookies* dilakukan menggunakan metode thermo-gravimetri.

Standar mutu kadar air *cookies* maksimum 5% berdasarkan SNI 2973:2011.

Tahapan analisis kadar air penentuan kadar air dimulai dengan pemanasan cawan porselen dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam, dilanjutkan pendinginan dalam desikator selama 30 menit dan penimbangan (W0). Sampel sebanyak 2 g dimasukkan ke dalam cawan porselen dan ditimbang (W1). Cawan berisi sampel dipanaskan dalam oven pada suhu 105°C selama 5 jam atau sampai mencapai beratnya tetap (konstan) (W2). Kadar air dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{W1 - W2}{W1 - W0} \times 100\%$$

Keterangan:

W0 = bobot cawan porselen (g)

W1 = bobot cawan porselen dan sampel sebelum dikeringkan (g)

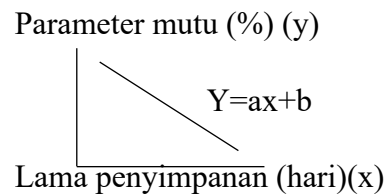
W2 = bobot cawan porselen dan sampel setelah dikeringkan (g)

3.5.4. Penentuan Umur Simpan

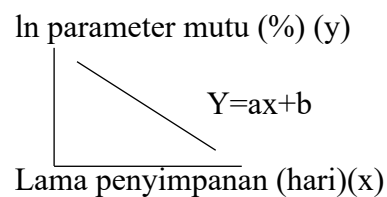
Penentuan umur simpan *cookies* ditentukan berdasarkan data hasil pengamatan terhadap nilai asam lemak bebas, warna dan kadar air. Penelitian ini menggunakan metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) dengan pendekatan Arrhenius untuk memperkirakan umur simpan. Dalam pendekatan Arrhenius, perubahan mutu produk sangat dipengaruhi oleh suhu. Perhitungan umur simpan *cookies* dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel* 2019. Menurut Asiah dkk (2018), berikut prosedur perhitungan umur simpan dengan metode ASLT pendekatan Arrhenius, yaitu:

Penentuan ordo dilihat berdasarkan hasil pengamatan dengan masing-masing parameter, seperti asam lemak bebas, warna, dan kadar air pada suhu 25°C (suhu ruang), 35°C, dan 45°C. Proses penentuan ordo dilakukan dengan memplotkan data hasil parameter mutu sebagai sumbu y (ordinat) dan lama penyimpanan (hari) sebagai sumbu x (absis). Adapun bentuk regresi linear dan persamaan garis

parameter mutu selama penyimpanan ordo nol dan ordo satu disajikan pada Gambar 7 dan Gambar 8.



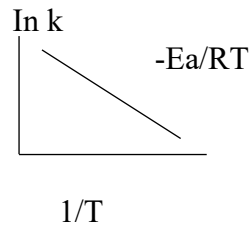
Gambar 7. Grafik regresi linear parameter mutu (ordo nol)



Gambar 8. Grafik regresi linear parameter mutu (ordo satu)

Setelah setiap data diplotkan maka didapatkan persamaan regresi pada masing-masing suhu dengan bentuk $y = kx + b$, dimana sumbu y (ordinat) merupakan parameter mutu, sumbu x (absis) merupakan waktu lama penyimpanan (hari), nilai b merupakan nilai kualitas produk awal dan nilai k merupakan laju perubahan mutu % per hari (slope (k)). Selain itu, didapatkan nilai R^2 (koefisien korelasi), dimana jika nilai R^2 semakin besar dan mendekati 1 maka semakin memperjelas perubahan yang terjadi. Ketika nilai R^2 mendekati 1 pada persamaan linear ordo nol maka perhitungan penentuan umur simpan mengikuti rumus persamaan ordo nol. Namun, ketika nilai R^2 mendekati 1 pada persamaan linear ordo satu maka mengikuti rumus persamaan ordo satu (Iswari, 2021).

Selanjutnya menentukan nilai konstanta Arrhenius dilambangkan dengan huruf k, dimana nilai k diperoleh dari persamaan regresi linear atau sama dengan nilai b. Nilai k kemudian akan dibuat ke bentuk nilai $\ln k$. Setelah diperoleh nilai $\ln k$ maka dilakukan perhitungan nilai $1/T$, dimana $1/T$ adalah satuan suhu dalam derajat kelvin. Selanjutnya, dilakukan pembuatan grafik, untuk nilai $\ln k$ diplotkan sebagai sumbu y (ordinat) dan $1/T$ diplotkan sebagai sumbu x (absis). Berikut grafik hubungan antara nilai $\ln k$ dengan $1/T$ dalam persamaan Arrhenius disajikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik hubungan antara nilai $1/T$ dengan $\ln k$ dalam persamaan Arrhenius

Hasil dari grafik hubungan $\ln k$ dengan $1/T$ akan menghasilkan nilai slope berupa nilai $-Ea/R$ dalam persamaan Arrhenius dan interceptnya berupa nilai $\ln k_0$. Sebelumnya nilai interceptnya diubah dalam bentuk k_0 intercept (b/konstanta). Setelah diperoleh nilai k_0 intercept dan $-Ea/R$, kemudian dimasukkan ke dalam rumus:

$$k = k_0 \cdot \exp^{(Ea/R/T)}$$

Keterangan :

k = konstanta penurunan mutu

k_0 = konstanta (tidak tergantung suhu)

Ea = energi aktivasi (kal/mol)

T = suhu mutlak ($K = ^\circ C + 273$)

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

Apabila telah diketahui besarnya penurunan mutu (k) untuk setiap suhu, maka selanjutnya dihitung umur simpan menggunakan persamaan Arrhenius ordo nol dan ordo 1 sebagai berikut :

Perhitungan umur simpan pada persamaan ordo 0

$$t = (A_0 - A_t)/k$$

Perhitungan umur simpan pada persamaan ordo 1

$$t = (\ln A_0 - \ln A_t)/k$$

Keterangan:

t = Waktu penyimpanan (hari)

A_t = Nilai mutu kritis (akhir)

A_0 = Nilai mutu awal

k = Laju penurunan mutu (% per hari)

V. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis kemasan berpengaruh terhadap umur simpan *cookies*. Berdasarkan analisis menggunakan metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) dengan model Arrhenius pada suhu ruang (25 °C), diperoleh umur simpan *cookies* substitusi tepung daun singkong dalam kemasan plastik OPP selama 141 hari, sedangkan dalam kemasan *aluminium foil* selama 154 hari. Perbedaan ini menunjukkan bahwa kemasan *aluminium foil* lebih mampu mempertahankan kestabilan mutu produk selama penyimpanan dibandingkan kemasan plastik OPP.

5.2. Saran

Saran yang diajukan pada penelitian ini adalah perlu dilakukan uji sensori dan analisis tekstur menggunakan alat *Texture Analyzer* untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif terhadap kualitas fisik *cookies*.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriyanti, M.E. 2018. Pentingnya kemasan terhadap penjualan produk perusahaan. *Jurnal Lppmunindra*. 8 (1):20–28.
- Ardyanti, Dwi K., Sudarminto S. Y., dan Riska S. 2023. Pendugaan umur simpan pada kukis kecambah kedelai (*Glycine max L.*) terelitisasi dengan metode ASLT (Accelerated Shelf Life Testing) Model Arrhenius. *Thesis*. Universitas Brawijaya.
- Armalid dan Nisa. 2022. Pendugaan umur simpan cookies ubi cilembu (*Ipomoea Batatas L.*) menggunakan kemasan aluminium foil dengan metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) Model Arrhenius pada suhu berbeda. *Thesis*. Fakultas Teknik Unpas.
- Arpah, S., Fitriani, E., dan Sari, R. 2020. Pengaruh jenis kemasan terhadap umur simpan produk pangan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 8(2):123–130.
- Asiah, N., Cempaka, L., dan David, W. 2018. *Panduan Praktis: Pendugaan Umur Simpan Produk Pangan*. In UB Press. Jakarta.
- Assalam, S. 2019. *Pengaruh ketebalan irisan chips singkong dan lama fermentasi terhadap sifat fisika kimia tepung mocaf (modified cassava flour)*. 3(1):31–39.
- Azhari, M. 2016. Desain kemasan: aspek teknik dan komunikasi visual dalam pemasaran. *Jurnal Desain Komunikasi Visual*. 5(2):123-130.
- Azizah I.N., Suyantohadi A., dan Supartono W. 2020. Pengembangan kemasan dan pendugaan umur simpan pada produk cookies tempe. *Skripsi*. Universitas Gadjah Mada.
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. *Syarat mutu cookies*. SNI 2973:2011. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Badan Standar Nasional. 2018. *Kemasan makanan dan minuman*. SNI 7044:2018. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Damayanti, E., dan Astawan, M. 2019. Perubahan warna kue semprong selama penyimpanan dan faktor yang mempengaruhinya. *Jurnal Gizi dan Pangan*. 14(3):167–174.

Dewi, P.R., Darmayanti, L.P.T., dan Nocianitri, K.A. 2022. Pengaruh jenis kemasan terhadap karakteristik cookies ampas tahu selama penyimpanan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. 11(20):261–271.

Faridah, D. N., Prasetyo, H. K., dan Nurtama, B. 2018. Substitusi tepung daun singkong dan penambahan cocoa butter substitute dalam pembuatan cookies. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 29(1):58-67.

Furqon, A. A., Maflahah, I., dan Rahman, A. 2016. Pengaruh jenis pengemas dan lama penyimpanan terhadap mutu produk nugget gembus. *Agrointek: Jurnal Teknologi industri pertanian*. 10(2):71-81.

Hapsari, R.K. 2014. Penerapan metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT)-Arrhenius untuk konfirmasi umur simpan produk biskuit. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Harris, H., dan Fadli, M. 2014. Penentuan umur simpan (*shelf life*) pundang seluang (*rasbora sp.*) yang dikemas menggunakan kemasan vakum dan tanpa vakum. *Jurnal Saintek Perikanan*. 9(2):53–62.

Haryati, E., T., Heppy, F., dan Ahmadi, K. 2015. Pendugaan umur simpan menggunakan metode *Accelerated Shelf-Life Testing* (ASLT) dengan pendekatan Arrhenius pada produk tape ketan hitam khas Mojokerto hasil sterilisasi. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(10):156-165.

Hustiany, R. 2016. *Reaksi Maillard Pembentuk Cita Rasa dan Warna Pada Produk Pangan*. Lambung Mangkurat University Press. Banjarmasin

Ihsan, R.Z., Cakrawati, D., Handayani, M.N., dan Handayani, S. 2017. Penentuan Umur Simpan Yogurt Sinbiotik Dengan Penambahan tepung Gembolo Modifikasi Fisik. *Edufortech*. 2 (1) : 1-6.

Indriani, L. 2014. *Pengemasan produk pangan: aspek desain dan material kemasan*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.

Kementrian Kesehatan Republik Indonesia. 2018. *Tabel komposisi pangan indonesia 2017*. Kementrian Kesehatan RI. Jakarta: 9-63.

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.
- Kurniawan, A., dan Retnowati, D. 2020. Pengaruh Penyimpanan terhadap Perubahan Warna dan Mutu Produk Pangan. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 15(2):112–120.
- Labuza, T. P. 1982. Open shelf-life dating of foods. *Food Science and Nutrition. Press Inc*. Westport. Connecticut.
- Lestari, S., dan Susilawati P. 2014. Uji organoleptik mi basah berbahan dasar tepung talas beneng (*xantoshoma undipes*) untuk meningkatkan nilai tambah bahan pangan lokal banten. *Pros Sem Nas Masy Biodiv*.1(4):76-84.
- Maflahah, I. dan Rahman, A. 2016. Pengaruh jenis pengemas dan lama penyimpanan terhadap kualitas produk pangan. *Food Technology and Halal Science*. 6(1):18-32.
- Mughairy, A.F. 2020. Penentuan umur simpan cookies tepung kacang hijau (*Vigna radiata*) menggunakan Model Arrhenius. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. 57(6):20-27.
- Nathanael, T. 2022. Studi perbandingan teori dan praktek proses desain kemasan saat internship. *Articles*. 11(1):1-9.
- Normasari, R.Y. 2010. Kajian penggunaan tepung mocaf (*modified cassava flour*) sebagai substitusi terigu yang difortifikasi dengan tepung kacang hijau dan prediksi umur simpan cookies. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. UNS
- Noviadi, R., Irwani, I., dan Putri, D, D. 2014. Karakteristik tepung daun singkong sebagai bahan baku pakan unggas pada berbagai ukuranpartikel. *Prosiding Seminar Nasional Pangan Teknologi Pertanian*.
- Nurlita, H., A. Warsito. 2017. *Sistem corona treatment untuk bopp film pada PT polydayaguna perkasa*. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro Semarang.
- Pratiwi, R., Lestari, D., dan Handayani, S. 2018. Permeabilitas uap air pada kemasan OPP laminasi dan aplikasinya pada produk pangan kering. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*. 9(2):75–82.
- Purnamasari, Widodo, S., Syamsidah, Hudiah, A. 2020. Daya tahan biskuit tepung tempe dan tepung ikan sarden menggunakan metode *Accelerated Shelf-life Testing (ASLT)* persamaan Arrhenius. *Jurnal Teknologi Pangan*. 3 (1):56-67.
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. 2020. *Statistik konsumsi pangan tahun 2020*. Jakarta.

- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. 2015. *Statistik konsumsi pangan tahun 2015*. Jakarta.
- Putri, M.M., Citrakesumasari, Mansur, M.A., Indriasari, R., Jafar, N. 2023. Analisis umur simpan PMT ibu menyusui cookies berbasis tepung daun katuk. *Jurnal gizi masyarakat Indonesia*. 12(2):93–185.
- Rahmaris, L.D., dan Ratnaningsih, N. 2019. Inovasi produk soft cookies bebas gluten dari tepung mocaf dan tepung porang sebagai alternatif cookies untuk penderita autis. *Article*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Rahmawati, D., dan Santoso, U. 2015. Kinetika reaksi kerusakan lemak pada produk pangan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 26(1):55–62.
- Ritonga, A. M., Masrukhi, dan Siswantoro. 2020. Pendugaan umur simpan gula kelapa kristal menggunakan metode Akselerasi berdasarkan pendekatan kadar air kritis. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 21(1):11–18.
- Robertson, G. L. 2016. *Food Packaging: Principles and Practice (3rd ed.)*. CRC Press
- Saricoban, C. & Mustafa, T.Y. 2010. Modelling the Effects of Processing Factors on the Changes in Colour Parameters of Cooked Meatballs Using Response Surface Methodology. *Word Applied Sciences Journal*. 9(1):14-22.
- Setyaningsih, R., Hidayat, T., dan Oktaviani, V. 2017. Pengaruh suhu penyimpanan terhadap mutu produk pangan dalam kemasan plastik. *Jurnal Teknologi Pangan*. 8(2):102–109.
- Shabrina, E. N., Saragih, B., rahmadi. 2022. Karakteristik fisik-kimia cookies formulasi tepung daun singkong (*Manihot utilissima*), umbi singkong dan tepung terigu selama penyimpanan. *Jurnal Agrifood*. 4(1):31 -41.
- Shasabilah, T. 2022. Karakteristik fisik, kimia, dan stabilitas termal serbuk pewarna alami daun singkong (*Manihot esculenta Crantz*) dengan variasi tween 80 jenis basa. *Theses*. Universitas Jember.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-2891-1992. 1992. *Cara uji mutu pangan*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Sutrisno, A. 2017. *Penentuan umur simpan keripik singkong menggunakan metode ESS pada suhu ruang (25°C) dan suhu tinggi (30°C)*. Universitas Riau
- Syarief dan Halid. 1993. *Teknologi penyimpanan pangan*. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, cetakan ke-3, Institut Pertanian Bogor.

- Tullaila, S. 2023. Pengaruh substitusi tepung daun singkong terhadap kesukaan cookies mocaf dan analisis perhitungan harga pokok produksi (HPP). *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung.
- Undang-Undang Republik Indonesia No. 18 Tahun 2012 tentang Pangan. 2012. Pasal 96. *Pemberian label pangan untuk memberikan informasi yang benar dan jelas kepada masyarakat*. Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia.
- Wahyudi, T. 2016. Pengaruh kemasan plastik OPP terhadap kualitas cookies selama penyimpanan. *Jurnal Teknologi dan Inovasi Pangan*. 12(1):45-52.
- Widiastuti, T. 2022. Penentuan umur simpan cookies cokelat metode Accelerated Shelf-life Testing. *Journal of Culinary Science and Technology*. 20(1): 45-56.
- Wijaya, I. M. A. S., Suter, I. K. dan Yusa, N. M. 2014. Karakteristik isothermis sorpsi air dan umur simpan ledok instan. *Jurnal Agritech*. 34(1):29–35.
- Winarno, F.G. 2004. *Kimia pangan dan gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Zulfahmi, A.N., Arianti, I., dan Hastuti, N.D. 2025. Pendugaan umur simpan kerupuk ale -ale (meretrix meretrix) dengan perbedaan bahan pengemas menggunakan metode accelerated shelf life testing (ASLT) model Arrhenius. *Jurnal Teknologi Pangan*. 16(1):93-105.