

Pendugaan umur simpan kerupuk ale-ale (*meretrix meretrix*) dengan perbedaan bahan pengemas menggunakan metode *accelerated shelf life test* (ASLT) model arrhenius

Estimating the shelf-life of ale-ale (meretrix meretrix) crackers with different packaging materials using the accelerated shelf-life test (ASLT) method arrhenius model

A. Nova Zulfahmi^{1*}, Ira Arianti¹, Ningrum Dwi Hastuti¹

¹ Program Studi Agroindustri, Politeknik Negeri Ketapang, Kalimantan Barat

*Email korespondensi: nova.zulfahmi@politap.ac.id

Informasi artikel:

Dikirim: 30/01/2025; Disetujui: 20/03/2025; Diterbitkan: 30/03/2025

ABSTRACT

Ale-ale crackers are processed seafood products made from ale-ale shellfish (Meretrix meretrix), which have high nutritional value and economic potential as a value-added snack. However, this product is susceptible to quality degradation due to environmental factors during storage, especially exposure to oxygen and humidity, which can accelerate the degradation process. This study aims to analyze the effect of packaging type on the shelf life of ale-ale crackers using the Accelerated Shelf Life Test (ASLT) method with the Arrhenius model. The research method involves packaging ale-ale crackers in three types of materials, namely polyethylene, polypropylene, and aluminium foil, which are stored at controlled temperatures (25°C, 35°C, and 45°C). Observations were carried out periodically for 35 days with test parameters for water content, free fatty acids, and organoleptic tests (texture, aroma and taste). Organoleptic data on texture parameters were analyzed using linear regression models and the Arrhenius equation to predict product shelf life. The research results showed that aluminium foil was the best packaging for maintaining the quality of ale-ale crackers, with increased water content and lower free fatty acids compared to polyethylene and polypropylene. Aluminium foil can extend its shelf life up to 63 days at 25°C, while polyethylene has the shortest shelf life, only 16 days at the same temperature. The conclusion of this research confirms that the use of packaging materials has a significant effect on the shelf life of ale-ale crackers. Aluminium foil is recommended as the best packaging material to maintain product quality during storage and distribution. Keywords: ale-ale crackers, shelf life, ASLT, packaging

ABSTRAK

Kerupuk ale-ale merupakan produk olahan hasil laut berbahan dasar kerang ale-ale (*Meretrix meretrix*) yang memiliki nilai gizi tinggi dan potensi ekonomi sebagai makanan ringan yang bernilai tambah. Namun, produk ini rentan mengalami penurunan kualitas akibat faktor lingkungan selama penyimpanan, terutama paparan oksigen dan kelembaban yang dapat mempercepat proses degradasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh jenis kemasan terhadap umur simpan kerupuk ale-ale menggunakan metode *Accelerated Shelf Life Test* (ASLT) dengan model Arrhenius. Metode penelitian melibatkan pengemasan kerupuk ale-ale dalam tiga jenis bahan, yaitu polietilen, polipropilen, dan aluminium foil, yang disimpan pada suhu terkendali (25°C, 35°C, dan 45°C). Pengamatan dilakukan secara berkala selama 35 hari dengan

parameter uji kadar air, asam lemak bebas, serta uji organoleptik (tekstur, aroma, dan rasa). Data organoleptik parameter tekstur dianalisis menggunakan model regresi linier dan persamaan Arrhenius untuk memprediksi umur simpan produk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aluminium foil merupakan kemasan terbaik dalam mempertahankan kualitas kerupuk ale-ale, dengan peningkatan kadar air dan asam lemak bebas yang lebih rendah dibandingkan dengan polietilen dan polipropilen. Aluminium foil mampu memperpanjang umur simpan hingga 63 hari pada suhu 25°C, sementara polietilen memiliki umur simpan terpendek, hanya 16 hari pada suhu yang sama. Kesimpulan dari penelitian ini menegaskan bahwa penggunaan bahan kemasan berpengaruh signifikan terhadap umur simpan kerupuk ale-ale. Aluminium foil direkomendasikan sebagai bahan kemasan terbaik untuk mempertahankan kualitas produk selama penyimpanan dan distribusi.

Kata kunci: kerupuk ale-ale, umur simpan, ASLT, kemasan

PENDAHULUAN

Kerupuk merupakan makanan ringan yang diproduksi dari adonan tepung yang kaya pati, kemudian dibumbui dengan garam dan merica lalu dikeringkan (Alkhamdan dan Husain, 2022). Kerupuk ikan yang terbuat dari adonan ikan dan tepung memiliki kualitas yang bervariasi. Kualitas kerupuk ikan secara langsung berkorelasi dengan proporsi ikan dalam adonan. Semakin tinggi proporsi ikan, maka semakin baik kualitas kerupuk ikan yang dihasilkan (Rahmawati dan Wijayanti, 2023). Kerupuk ale-ale (*meretrix-meretrix*) merupakan salah satu produk olahan kerang yang memiliki potensi ekonomi dan nilai gizi yang tinggi. Pembuatan kerupuk ale-ale tidak hanya menjadi alternatif pengolahan hasil laut, tetapi juga dapat meningkatkan nilai tambah produk perikanan. Inovasi dalam pengolahan kerupuk ale-ale dapat membuka peluang baru dalam industri makanan ringan dan mendorong diversifikasi produk olahan kerang di Indonesia.

Pengembangan teknologi pengawetan dan pengemasan yang tepat dapat memperpanjang umur simpan kerupuk ale-ale (*meretrix-meretrix*), sehingga meningkatkan daya saingnya di pasar. Kerupuk ikan mudah mengalami degradasi kualitas jika terpapar lingkungan yang tidak terkontrol, terutama oksigen dan uap air (Pangawikan *et al.*, 2022). Selain itu, studi lebih lanjut tentang kandungan gizi dan manfaat kesehatan dari kerupuk ale-ale dapat

memperkuat posisinya sebagai makanan ringan yang sehat dan bernilai tinggi. Tingkat kadar air yang rendah pada kerupuk berkontribusi pada tekstur renyahnya. Peningkatan kadar air dalam produk selama penyimpanan dapat menciptakan lingkungan yang kondusif bagi pertumbuhan mikroba, sehingga memicu kerusakan produk (Hasanah *et al.*, 2021). Peningkatan kualitas dan konsistensi produk melalui standarisasi proses produksi juga dapat membantu memperluas pasar kerupuk ale-ale, baik di tingkat nasional maupun internasional.

Penelitian mengenai cara meningkatkan umur simpan kerupuk ale-ale juga penting dilakukan untuk memastikan kualitas produk tetap terjaga selama distribusi dan penyimpanan. Pengembangan teknologi pengemasan yang inovatif dan penggunaan bahan pengawet alami dapat menjadi fokus studi untuk memperpanjang masa simpan tanpa mengorbankan cita rasa dan tekstur khas kerupuk ale-ale. Selain itu, analisis faktor-faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan paparan cahaya terhadap stabilitas produk dapat memberikan wawasan berharga untuk optimalisasi kondisi penyimpanan dan transportasi. Kerupuk sangat rentan terhadap penyerapan uap air dari lingkungan penyimpanan, yang mengakibatkan penurunan kualitas tekstur dan menjadikan produk tidak layak konsumsi (Ayu *et al.*, 2024). Semakin besar kandungan kadar air kerupuk, maka daya simpan semakin rendah, karena kadar air adalah

salah satu indikator umur simpan kerupuk (Alfatina *et al.*, 2023).

Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan untuk mengeksplorasi kombinasi optimal antara teknologi pengemasan inovatif dan bahan pengawet alami yang sesuai dengan karakteristik kerupuk ale-ale. Studi komparatif berbagai jenis bahan pengemas, seperti plastik biodegradable atau kemasan aktif, dapat memberikan pemahaman yang lebih baik tentang efektivitasnya dalam mempertahankan kualitas produk. Permeabilitas uap air kemasan mengukur kemampuan suatu kemasan untuk mencegah masuknya uap air pada suhu dan kelembaban tertentu. Semakin rendah nilai permeabilitas, semakin baik kemampuan kemasan dalam mempertahankan kualitas produk di dalamnya (Ijayanti *et al.*, 2020). Permeabilitas uap air plastik secara langsung mempengaruhi laju penyerapan uap air oleh bahan pangan. Hubungan antara keduanya memungkinkan kita memprediksi umur simpan suatu produk pangan pada kondisi kelembaban tertentu (Pakpahan *et al.*, 2020). Selain itu, pengembangan model prediktif untuk estimasi umur simpan berdasarkan faktor-faktor lingkungan dapat membantu produsen dalam mengoptimalkan strategi distribusi dan pemasaran kerupuk ale-ale. *polyethylene* (PE), *polypropylene* (PP), dan aluminium foil merupakan jenis kemasan yang umum digunakan untuk produk makanan instan (Agustia *et al.*, 2021). Kerupuk Ikan merupakan salah satu makanan yang banyak mengandung protein dan lemak. Protein dan lemak sangat mudah rusak selama penyimpanan. Oleh karena itu diperlukan bahan pengemas yang bisa meminimalisir kerusakan kerupuk ikan.

Penelitian ini menggunakan metode *Accelerated Shelf Life Test* (ASLT) dengan model Arrhenius dalam pendugaan umur simpan kerupuk ale-ale. Dengan menggunakan model Arrhenius, kita bisa mempercepat proses kerusakan makanan dengan memanaskannya. Kemudian, dengan mengukur kadar air, kita bisa memprediksi berapa lama makanan tersebut akan tahan jika disimpan pada suhu normal (Parwiyanti

et al., 2023). ASLT mempercepat proses kerusakan produk untuk memprediksi tanggal kadaluarsa lebih cepat (Ayu *et al.*, 2022). Metode ASLT, yang terkenal dengan kecepatan dan ketelitiannya, menggunakan persamaan Arrhenius untuk mempercepat proses degradasi makanan. Persamaan Arrhenius ini umumnya mengasumsikan reaksi orde nol atau satu yang sering ditemui pada produk pangan (Astuti *et al.*, 2024). Pada penelitian ini menggunakan tiga jenis kemasan yaitu polipropilen, polietilen dan aluminium foil. Polipropilen, ketika dibentuk menjadi film tipis, memiliki sifat optik yang baik, tahan suhu ekstrem, dan bersifat menolak air. Akan tetapi, gas-gas tertentu dapat dengan mudah menembus struktur molekulnya (Indriani *et al.*, 2019). Kantong plastik yang terbuat dari polietilen, dengan ketebalan yang bervariasi namun sangat tipis, menjadi pilihan populer dalam industri kemasan makanan. Fleksibilitas polietilen memungkinkan pembuatan kantong dengan berbagai desain, sementara sifat kedapnya membantu menjaga kualitas makanan di dalamnya (Silvia *et al.*, 2021). Aluminium foil, yang dikenal memiliki permeabilitas uap air yang rendah (Adilah *et al.*, 2023). Aluminium foil ini dipilih sebagai salah satu bahan pengemas dalam penelitian ini untuk mengetahui pengaruhnya terhadap laju oksidasi kerupuk ale-ale selama penyimpanan.

Studi-studi sebelumnya telah berhasil menggunakan metode ASLT untuk memperkirakan masa kadaluarsa berbagai jenis makanan. Selain itu, penelitian-penelitian tersebut juga menyoroti peran penting kemasan dalam menjaga kualitas dan memperpanjang umur simpan makanan. Meskipun penelitian sebelumnya telah menggunakan rentang suhu yang sama (25°C, 35°C, dan 45°C), namun pengaruh jenis kemasan terhadap umur simpan kerupuk ale-ale pada suhu-suhu tersebut belum pernah diteliti sebelumnya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh jenis kemasan terhadap pendugaan umur simpan kerupuk ale-ale menggunakan metode *Accelerated*

Shelf Life Test (ASLT) dengan model Arrhenius.

METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan kerupuk ini adalah kerang daging ale-ale yang diperoleh dari sentra ale-ale Desa Sukabangun Kabupaten Ketapang, tepung tapioka, dan bumbu-bumbu. Bahan pengemas menggunakan plastik dengan bahan polietilen, polipropilen, dan aluminium foil. Bahan kimia yang digunakan untuk pengujian asam lemak bebas adalah NaOH (PA) Merck, ethanol (PA) Merck, Phenolphthalein (PP) Indicator Merck.

Alat

Alat yang digunakan dalam penyimpanan dengan berbagai suhu menggunakan inkubator Memmert, untuk kadar air menggunakan oven Memmert. Pengujian asam lemak bebas menggunakan tabung reaksi, erlenmeyer, gelas ukur, dan buret merk pyrex.

Metode

Metode pembuatan kerupuk ale-ale

Menghancurkan daging ale-ale, menambah garam 12%. Mendinginkan selama 12 jam, agar kadar air dalam daging kerang berkurang. Mencampurkan daging ale-ale dengan bawang putih, ketumbar, telur dan pati tergelatinisasi 80°C. Menambah tepung tapioka dengan perbandingan daging ale-ale yaitu 2:1. Membentuk adonan silinder dengan ketebalan 3 cm dan panjang 20 cm. Mengukus dengan suhu 98°C selama 30 menit. Mendinginkan adonan selama 12 jam. Memotong adonan dengan ketebalan 3 mm. Meringinkan adonan di *cabinet dryer* dengan suhu 50-60°C selama 24 jam. Kerupuk Ale-ale siap untuk dikemas dengan berbagai bahan pengemas.

Metode persiapan pengujian ASLT

Dalam penelitian ini, kerupuk ale-ale dengan berat 25 gram masing-masing dikemas dalam tiga jenis bahan pengemas yang berbeda (polipropilen, polietilen, dan

aluminium foil). Setelah ditutup rapat, sampel kemasan disimpan pada suhu yang terkendali (25°C, 35°C, dan 45°C) dalam inkubator. Untuk mengukur perubahan kualitas kerupuk selama penyimpanan, dilakukan pengujian secara berkala setiap 5 hari selama 35 hari. Parameter yang diuji meliputi uji organoleptik, kadar air, dan kadar asam lemak bebas.

Uji organoleptik

Uji sensoris ini menggunakan SNI 01-2346-2006 dan dilakukan penilaian penerimaan panelis terhadap kerupuk ale-ale yang dikemas dengan berbagai jenis bahan pengemas. Panelis yang terlibat dalam penelitian ini menggunakan panelis agak terlatih/tidak terlatih sebanyak 25 orang. Penilaian dilakukan dengan menggunakan skala hedonik 1 sampai 9, di mana nilai 1 mewakili amat sangat tidak suka dan nilai 9 mewakili amat sangat suka. Atribut sensoris yang dinilai meliputi rasa, aroma, dan tekstur. Data hasil penilaian digunakan sebagai salah satu parameter untuk menentukan umur simpan produk.

Uji kimia

Uji kadar air

Uji Kadar Air dalam penelitian ini berdasarkan SNI-01-23542-2006 tentang penentuan kadar air produk perikanan.

Uji asam lemak bebas

1. Preparasi Sampel: Kerupuk ale-ale yang sudah dihaluskan ditimbang sebanyak 5 gram, lalu dimasukkan ke dalam labu.
2. Penambahan Pelarut dan Indikator: Ke dalam labu berisi sampel ditambahkan alkohol netral (sebagai pelarut) dan indikator fenolftalein (PP) yang akan berubah warna saat kondisi larutan menjadi basa.
3. Pencampuran: Semua bahan di dalam labu diaduk hingga tercampur rata.
4. Titrasi: Larutan dalam labu kemudian dititrasi dengan larutan NaOH (natrium hidroksida) 0,1 N. Titrasi dilakukan secara perlahan sambil terus diaduk

hingga larutan berubah warna menjadi merah jambu dan warna ini bertahan selama 30 detik. Perubahan warna ini menandakan bahwa semua asam lemak bebas dalam sampel telah bereaksi dengan NaOH.

Perhitungan: Volume NaOH yang digunakan untuk titrasi dicatat dan digunakan untuk menghitung kadar asam lemak bebas dalam sampel kerupuk ale-ale menggunakan rumus yang telah ditentukan.

$$ALB = \frac{\text{vol} \times N \text{ NaOH} \times BM}{\text{Berat Sampel} \times 1000} \times 100\%$$

Keterangan ALB :

vol : Volume NaOH saat titrasi

BM : Berat Molekul Asam Lemak Bebas

Penentuan umur simpan arrhenius metode *accelerated shelf life test* (ASLT) dengan model arrhenius

Data yang diperoleh berdasarkan parameter mutu kemudian dianalisis menggunakan persamaan regresi linear berikut

$$y = a + bx$$

Keterangan :

y = nilai analisis

a = *intercept*

b = konstanta penurunan mutu (k)

x = waktu penyimpanan (hari)

Setiap nilai b yang diperoleh merupakan konstanta penurunan mutu kerupuk ale-ale pada setiap suhu penyimpanan. Selanjutnya nilai k ditetapkan dalam rumus Arrhenius yaitu :

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

Keterangan :

$\ln k_0$ = konstanta (tidak tergantung suhu)

E_a/R = slope

E_a = energi aktivasi

R = konstanta gas ideal (8,314 J/kal.mol)

Setelah diperoleh nilai k yang menunjukkan penurunan mutu produk,

selanjutnya ditentukan model persamaan laju reaksi terhadap suhu menggunakan persamaan berikut:

$$K = k_0 \cdot e^{-E_a/RT}$$

Keterangan :

K = Konstanta penurunan mutu

k_0 = Konstanta (tidak tergantung suhu)

E_a = energi aktivasi

T = Suhu Mutlak

R = konstanta gas ideal (8,314 J/kal.mol)

Jika besar penurunan mutu (k) pada kerupuk ale-ale sudah diketahui, maka dihitung umur simpan kerupuk ale-ale menggunakan persamaan berikut

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

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

Keterangan:

t = Prediksi umur simpan

A_0 = Mutu awal produk

A_t = Mutu akhir produk

K = Konstanta penurunan mutu

Rancangan penelitian

Penelitian ini mengadopsi metode pengujian percepatan umur simpan (ASLT) dengan model Arrhenius untuk menganalisis secara mendalam pengaruh suhu penyimpanan dan jenis bahan pengemas terhadap kualitas kerupuk ale-ale. Dengan memaparkan sampel kerupuk pada tiga suhu yang berbeda (25°C, 35°C, dan 45°C) dan tiga jenis kemasan polipropilen (PP), polietilen (PE), dan aluminium foil (AF). Pengamatan dilakukan secara berkala setiap 5 hari selama 35 hari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar air

Kadar air adalah salah satu parameter kritis yang menentukan kualitas, stabilitas, dan daya simpan produk pangan, termasuk kerupuk ale-ale. Berdasarkan data pada Tabel 1, kadar air kerupuk ale-ale meningkat selama penyimpanan, dipengaruhi oleh jenis bahan pengemas (polietilen, polipropilen, dan aluminium foil) serta suhu penyimpanan (25°C, 35°C, dan 45°C).

Tabel 1. Kadar Air Kerupuk Ale-ale

Hari ke	Polietilen			Polipropilen			Aluminium Foil		
	Suhu Penyimpanan			Suhu Penyimpanan			Suhu Penyimpanan		
	25°C	35°C	45°C	25°C	35°C	45°C	25°C	35°C	45°C
0	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40
5	5,63	5,69	5,42	4,91	5,58	5,58	4,68	4,49	4,41
10	7,52	7,42	7,13	7,59	7,39	6,79	5,39	5,22	4,89
15	10,68	10,53	9,67	9,07	8,89	8,90	5,93	5,64	5,28
20	11,40	11,12	11,48	10,25	10,42	10,32	6,87	5,95	5,86
25	12,61	12,56	12,51	11,58	11,45	11,12	7,70	6,62	6,37
30	13,55	13,08	13,41	12,15	11,90	11,63	7,86	8,24	6,84
35	15,65	14,29	13,52	13,46	12,93	12,57	9,53	8,39	7,93

Data Tabel 1, penggunaan polietilen menunjukkan peningkatan kadar air kerupuk yang paling signifikan dibandingkan bahan pengemas lainnya. Pada hari ke-5, kadar air sudah mencapai 5,63% pada suhu 25°C dan meningkat menjadi 15,65% setelah 35 hari. Pada suhu yang lebih tinggi, yaitu 35°C dan 45°C, kadar air akhir masing-masing adalah 14,29% dan 13,52%. Tren ini menunjukkan bahwa polietilen memiliki permeabilitas terhadap uap air yang tinggi sehingga kelembapan dari lingkungan dapat masuk ke dalam kemasan dengan mudah (Syska *et al.*, 2023). Bahan ini sering digunakan karena harganya yang terjangkau dan fleksibilitasnya (Dewi *et al.*, 2022), namun memiliki keterbatasan untuk melindungi produk kering dari kelembapan yang tinggi.

Polipropilen menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan polietilen dalam menyaring uap air yang masuk ke dalam kemasan. Pada hari ke-35, kadar air kerupuk yang dikemas menggunakan polipropilen berada pada 13,46% pada suhu 25°C, sedikit lebih rendah dibandingkan polietilen pada suhu yang sama. Untuk suhu 35°C dan 45°C, kadar air akhir adalah 12,93% dan 12,57%. Perbedaan ini dapat dikaitkan dengan sifat polipropilen yang lebih baik dalam menghalangi perpindahan uap air dibandingkan polietilen, meskipun tetap tidak seefektif aluminium foil (Anggraini dan Sugiarti, 2022). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa polipropilen memiliki ketahanan termal yang lebih baik, sehingga lebih cocok untuk digunakan pada suhu penyimpanan tinggi (Istini, 2020).

Aluminium foil memberikan hasil terbaik terhadap kenaikan kadar air selama penyimpanan. Pada hari ke-35, kadar air kerupuk yang disimpan pada suhu 25°C mencapai 9,53%, sementara pada suhu 35°C dan 45°C masing-masing hanya mencapai 8,39% dan 7,93%. Kemasan aluminium foil menghasilkan data yang terbaik disebabkan oleh sifat penghalang uap air yang kecil (permeabilitas kecil). Bahan ini sangat efektif dalam mencegah masuknya uap air dari lingkungan ke dalam kemasan, sehingga mempertahankan kualitas produk lebih baik (Nurani *et al.*, 2017). Penelitian menunjukkan bahwa aluminium foil adalah pilihan utama untuk produk kering yang membutuhkan perlindungan optimal terhadap masuknya uap air (Pratama *et al.*, 2021).

Berdasarkan data pada Tabel 1 kadar air pada penyimpanan menggunakan polietilen mencapai 15,65% pada suhu 25°C di hari ke-35, sementara pada suhu 35°C dan 45°C masing-masing mencapai 14,29% dan 13,52%. Pola serupa juga terlihat pada pengemasan menggunakan polipropilen dan aluminium foil. Hasil ini diduga karena kandungan uap air yang besar (kelembapan tinggi) di suhu rendah, sehingga kadar air pada penyimpanan akhir produk cenderung lebih tinggi pada produk yang disimpan pada suhu 25°C. Keadaan ini menyebabkan kandungan uap air cenderung menurun pada suhu yang lebih tinggi. Dengan demikian laju difusi kelembapan ke dalam produk menurun sehingga kadar air produk pada suhu tinggi cenderung lebih rendah. Selain

suhu, pengaruh jenis bahan pengemas juga mempengaruhi peningkatan kadar air. Kemasan aluminium foil mampu mempertahankan kadar air terendah dibandingkan dengan kemasan lain, sehingga efektif dalam mencegah perpindahan uap air (Luthfi *et al.*, 2024). Keunggulan aluminium foil yang paling utama adalah untuk menghalangi udara, cahaya, lemak, dan uap air (Hermawan *et al.*, 2023). Daya permeabilitas juga memegang peran penting dalam kenaikan kadar air bahan. Kemasan dengan permeabilitas rendah memiliki tingkat kerapatan yang tinggi, sehingga mampu menghalangi difusi uap air yang melewatinya (Sunyoto *et al.*, 2017).

Kadar asam lemak bebas

Perubahan kadar Asam Lemak Bebas (ALB) selama penyimpanan dipengaruhi oleh jenis bahan pengemas dan suhu penyimpanan. Berdasarkan data Tabel 2, bahan pengemas polietilen menunjukkan kenaikan ALB tertinggi dibandingkan bahan pengemas lainnya. Pada suhu 25°C, kadar ALB pada polietilen meningkat dari 1,84% di hari pertama menjadi 2,57% pada hari ke-35. Peningkatan ini lebih signifikan dibandingkan suhu 45°C, yang hanya

mencapai 2,43%. Hal ini diduga bahwa pada suhu tinggi, menyebabkan kelembaban menurun, sehingga memperlambat laju oksidasi lemak dan difusi uap air ke dalam kemasan. Polietilen memiliki permeabilitas yang lebih tinggi terhadap gas seperti oksigen dan karbon dioksida dibandingkan dengan polipropilen. Dalam studi yang membandingkan berbagai film plastik, polietilen menunjukkan permeabilitas yang lebih besar dibandingkan dengan polipropilen (Gajdos *et al.*, 2001).

Polipropilen menunjukkan kinerja yang lebih baik dibandingkan polietilen dalam mengendalikan kenaikan ALB. Pada suhu 25°C, ALB meningkat dari 1,84% menjadi 2,33% setelah 35 hari penyimpanan, sedangkan pada suhu 45°C hanya mencapai 2,29%. Polipropilen memiliki permeabilitas yang lebih rendah dibandingkan polietilen, sehingga lebih efektif dalam menghalangi difusi uap air dan oksigen yang dapat mempercepat oksidasi lemak. Polipropilen memiliki permeabilitas yang lebih tinggi terhadap oksigen dan uap air dibandingkan aluminium (Calabrese *et al.*, 2024). Polipropilen tidak seefektif aluminium foil dalam melindungi produk dari kenaikan ALB.

Tabel 2. Kadar ALB kerupuk ale-ale

Hari ke	Polietilen			Polipropilen			Aluminium Foil		
	Suhu Penyimpanan			Suhu Penyimpanan			Suhu Penyimpanan		
	25°C	35°C	45°C	25°C	35°C	45°C	25°C	35°C	45°C
0	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84
5	1,93	1,91	1,91	2,01	1,97	1,95	1,88	1,86	1,85
10	2,08	1,99	1,98	2,06	1,99	1,99	1,93	1,90	1,88
15	2,19	2,10	2,08	2,11	2,05	2,03	1,99	1,93	1,91
20	2,31	2,20	2,19	2,18	2,11	2,07	2,03	1,98	1,95
25	2,33	2,28	2,27	2,26	2,20	2,19	2,09	2,03	1,99
30	2,43	2,37	2,37	2,31	2,28	2,27	2,11	2,06	2,03
35	2,57	2,45	2,43	2,33	2,31	2,29	2,13	2,11	2,07

Aluminium foil menunjukkan performa terbaik dalam menjaga kadar ALB tetap rendah selama penyimpanan. Pada suhu 25°C, ALB meningkat dari 1,84% menjadi 2,13%, sedangkan pada suhu 45°C hanya mencapai 2,07% setelah 35 hari. Aluminium foil memiliki sifat penghalang yang hampir

sempurna terhadap uap air dan gas (Lamberti dan Escher, 2007), sehingga menghambat reaksi hidrolisis dan oksidasi lemak yang memicu kenaikan ALB. Kemampuannya dalam menjaga kadar ALB tetap rendah menunjukkan bahwa aluminium foil adalah pilihan terbaik untuk pengemasan produk

kering yang memerlukan perlindungan maksimal terhadap oksidasi.

Suhu penyimpanan juga memainkan peran penting dalam menentukan laju kenaikan ALB. Pada semua bahan pengemas, kadar ALB cenderung lebih rendah pada suhu tinggi (45°C) dibandingkan suhu rendah (25°C). Fenomena ini dapat dijelaskan oleh penurunan kandungan uap air pada suhu tinggi, yang mengurangi masuknya uap air ke dalam kemasan. Secara keseluruhan, aluminium foil adalah bahan pengemas yang paling efektif dalam mencegah kenaikan ALB (Satyajaya *et al.*, 2013), diikuti oleh polipropilen dan polietilen. Polietilen memiliki kelemahan dalam menahan difusi uap air dan oksigen, sehingga ALB meningkat lebih cepat dibandingkan dengan bahan pengemas lainnya.

Pendugaan umur simpan kerupuk ale-ale

Pendugaan umur simpan Kerupuk Ale-Ale menggunakan metode *Accelerated Shelf*

Life Testing (ASLT) memberikan gambaran tentang pengaruh bahan kemasan dan suhu penyimpanan terhadap kualitas produk. Analisis ini menggunakan tiga jenis kemasan, yaitu aluminium foil (AF), polipropilen (PP), dan polietilen (PE). Pengujian dilakukan pada suhu penyimpanan 25°C, 35°C, dan 45°C, dengan fokus pada parameter sensoris seperti tekstur, aroma, dan rasa. Hasil analisis menunjukkan perbedaan dalam kemampuan bahan kemasan untuk menjaga kualitas produk, terutama dalam hal stabilitas parameter sensoris.

Dalam bidang ilmu pangan, regresi linier orde satu sering diterapkan untuk memahami laju berbagai reaksi kimia yang menyebabkan kerusakan makanan. Reaksi-reaksi ini mencakup proses oksidasi (ketengikan), pertumbuhan dan kematian mikroba, pembentukan aroma yang tidak diinginkan, serta penurunan kadar vitamin dan protein (Nuraini dan Widanti, 2020).

Tabel 3. Regresi Linier (R^2)

Bahan Kemasan	Parameter Sensoris								
	Tekstur			Aroma			Rasa		
	Suhu Penyimpanan			Suhu Penyimpanan			Suhu Penyimpanan		
	25°C	35°C	45°C	25°C	35°C	45°C	25°C	35°C	45°C
AF	0,9979	0,9982	0,9809	0,7979	0,9468	0,9783	0,9171	0,9869	0,9704
PP	0,9769	0,9869	0,9731	0,9997	0,8501	0,9815	0,9251	0,9069	0,9293
PE	0,9206	0,9824	0,9261	0,7681	0,8899	0,8506	0,9349	0,9111	0,9224

Hasil regresi linier (Tabel 3) menunjukkan bahwa kemasan aluminium foil (AF) memiliki nilai koefisien determinasi (R^2) yang tinggi, menunjukkan korelasi yang kuat antara perubahan parameter sensoris dengan waktu penyimpanan. Pada parameter tekstur, nilai R^2 untuk aluminium foil adalah 0,9979 pada suhu 25°C, 0,9982 pada 35°C, dan 0,9809 pada 45°C. Nilai ini menunjukkan bahwa aluminium foil sangat efektif dalam mempertahankan stabilitas tekstur kerupuk Ale-Ale di berbagai suhu penyimpanan. Kemasan aluminium foil dapat meminimalisir perubahan tekstur keripik pisang kapas selama penyimpanan

(Rahmadanti *et al.*, 2025). Parameter aroma dan rasa juga menunjukkan performa yang cukup baik untuk kemasan ini, terutama pada suhu tinggi, dengan nilai R^2 yang tetap mendekati 1. Hal ini menunjukkan bahwa aluminium foil mampu memberikan perlindungan optimal terhadap perubahan parameter sensoris yang diakibatkan oleh peningkatan suhu penyimpanan. Penelitian ini menggunakan menggunakan R^2 yang paling mendekati 1 sebagai acuan dalam pendugaan umur simpan kerupuk ale-ale. Nilai R^2 yang mendekati 1 yaitu pada parameter sensoris tekstur. Nilai koefisien determinasi (R^2) maksimum dapat menjadi dasar dalam menentukan perkiraan masa

simpan suatu produk (Ijayanti *et al.*, 2020). Tekstur mendapatkan nilai R^2 paling tinggi, hal ini menunjukkan bahwa perbedaan bahan pengemas dan suhu penyimpanan saling berhubungan erat (Wijanarti *et al.*, 2019).

Kemasan polipropilen (PP) juga menunjukkan nilai R^2 yang tinggi, terutama untuk parameter tekstur, dengan nilai sebesar 0,9769 pada suhu 25°C, 0,9869 pada 35°C, dan 0,9731 pada 45°C. Ini menunjukkan bahwa polipropilen hampir sebanding dengan aluminium foil dalam menjaga stabilitas tekstur produk. Penurunan kualitas pada kemasan plastik PP terjadi lebih cepat dibandingkan dengan kemasan aluminium foil (Novita *et al.*, 2021). Namun, untuk parameter aroma, performa polipropilen sedikit menurun pada suhu 35°C, dengan nilai R^2 sebesar 0.8501. Meski demikian, kemasan ini masih memberikan perlindungan yang memadai terhadap perubahan aroma, terutama jika dibandingkan dengan polietilen. Plastik jenis PP memiliki permeabilitas yang lebih rendah dibandingkan dengan PE (Windarti dan Saidi, 2021), sehingga uap air akan lebih sulit menembus plastik PP daripada PE (Deglas, 2023). Parameter rasa juga menunjukkan kestabilan yang cukup baik pada semua suhu penyimpanan, meskipun sedikit di bawah aluminium foil.

Sebaliknya, kemasan polietilen (PE) memiliki nilai R^2 yang lebih rendah dibandingkan dengan AF dan PP, terutama untuk parameter aroma. Pada suhu 25°C, nilai R^2 untuk parameter aroma pada polietilen hanya mencapai 0,7681, menunjukkan bahwa kemasan ini kurang efektif dalam mempertahankan stabilitas aroma kerupuk Ale-Ale. Selain ini permeabilitas yang lebih tinggi dibanding kemasan PP dan aluminium foil menyebabkan uap air masuk ke dalam produk yang sehingga timbul tengik pada produk selama penyimpanan. Penyerapan uap air dari udara dapat menurunkan kualitas makanan (Harris dan Fadli, 2014) yaitu tengik (Lailaem *et al.*, 2023). Untuk parameter tekstur, nilai R^2 berada dalam rentang 0,9206 hingga 0,9824, yang

meskipun masih cukup baik, tetap lebih rendah dibandingkan aluminium foil dan polipropilen. Hal ini mengindikasikan bahwa polietilen kurang optimal untuk digunakan sebagai kemasan kerupuk Ale-Ale, terutama jika dibandingkan dengan dua bahan kemasan lainnya.

Tabel 4 Energi Aktivasi Kerupuk Ale-ale

Parameter Sensoris	Kemasan	Energi Aktivasi
Tekstur	AF	645,942
	PP	419,218
	PE	342,768

Tabel 5 Umur simpan kerupuk ale-ale

Parameter Sensoris	Kemasan	Suhu (°C)	Umur Simpan (Hari)
Tekstur	AF	25	63
		35	61
		45	53
	PP	25	31
		35	29
		45	28
	PE	25	16
		35	15
		45	14

Selain analisis regresi linier, pengukuran energi aktivasi juga dilakukan untuk mengevaluasi sensitivitas produk terhadap perubahan suhu. Energi aktivasi memberikan gambaran tentang besarnya energi yang diperlukan untuk memulai proses degradasi produk (Herawati *et al.*, 2017). Semakin tinggi energi aktivasi, semakin stabil produk dan sebaliknya (Maherawati *et al.*, 2024). Aluminium foil memiliki energi aktivasi tertinggi, yaitu 645,942 kJ/mol, menunjukkan bahwa produk yang dikemas dengan aluminium foil lebih tahan terhadap pengaruh peningkatan suhu (Tabel 4). Kemasan polipropilen memiliki energi aktivasi sebesar 419,218 kJ/mol, yang meskipun lebih rendah dari aluminium foil, tetap menunjukkan tingkat perlindungan yang cukup baik terhadap produk. Sebaliknya, polietilen memiliki energi

aktivasi terendah, yaitu 342,768 kJ/mol (Tabel 4). Nilai ini menunjukkan bahwa produk yang dikemas dengan polietilen lebih rentan terhadap kerusakan akibat kenaikan suhu.

Umur simpan kerupuk Ale-Ale diperkirakan berdasarkan parameter tekstur pada berbagai suhu penyimpanan tersaji pada Tabel 5. Hasil analisis menunjukkan bahwa aluminium foil memberikan umur simpan terpanjang di semua suhu penyimpanan. Pada suhu 25°C, umur simpan produk dengan kemasan aluminium foil adalah 63 hari, sementara pada suhu 35°C dan 45°C masing-masing adalah 61 hari dan 53 hari. Hal ini menunjukkan bahwa aluminium foil mampu menjaga stabilitas tekstur produk dengan sangat baik, bahkan pada suhu penyimpanan yang lebih tinggi. Kemasan polipropilen memiliki umur simpan yang lebih pendek dibandingkan aluminium foil, yaitu 31 hari pada suhu 25°C, 29 hari pada suhu 35°C, dan 28 hari pada suhu 45°C. Meskipun lebih rendah dari aluminium foil, umur simpan ini masih cukup untuk mempertahankan kualitas produk dalam jangka waktu yang wajar. Sebaliknya, polietilen menunjukkan umur simpan terpendek di semua suhu penyimpanan. Pada suhu 25°C, umur simpan produk dengan kemasan polietilen hanya mencapai 16 hari, dan menurun menjadi 15 hari pada suhu 35°C serta 14 hari pada suhu 45°C. Hal ini menunjukkan bahwa polietilen kurang mampu memberikan perlindungan yang memadai terhadap produk, terutama dalam kondisi suhu tinggi. Penurunan umur simpan ini menunjukkan bahwa kemasan polietilen tidak cukup efektif untuk mempertahankan stabilitas tekstur produk dalam waktu yang lebih lama. Kemasan aluminium foil dapat memperpanjang umur simpan pada produk bubuk kopi arabika dibanding kemasan polipropilen (Novita *et al.*, 2021). Keripik kelapa yang disimpan dengan kemasan Polipropilen lebih lama umur simpannya dibanding yang dikemas dengan polietilen (Puspitasari *et al.*, 2020). Keripik tortila yang dikemas aluminium foil mempunyai umur simpan lebih lama dibanding dengan

pengemasan bahan Polipropilen dan Polietilen (Afifah dan Sholichah, 2021)

KESIMPULAN

Secara keseluruhan, hasil analisis ini menunjukkan bahwa aluminium foil adalah bahan kemasan yang paling efektif untuk kerupuk Ale-Ale. Aluminium foil tidak hanya mampu memberikan umur simpan yang lebih panjang, tetapi juga menjaga stabilitas parameter sensoris dengan baik pada berbagai suhu penyimpanan. Polipropilen dapat menjadi alternatif yang cukup baik, terutama jika diperlukan pengemasan dengan biaya yang lebih rendah. Sebaliknya, polietilen menunjukkan performa yang paling rendah dalam menjaga kualitas produk, sehingga kurang disarankan untuk digunakan, terutama untuk penyimpanan dalam jangka waktu yang lebih lama atau pada kondisi suhu tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih Penulis Ucapkan kepada Politeknik Negeri Ketapang dan P3KM yang telah memberikan dana hibah Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat tahun 2024.

DAFTAR PUSTAKA

- Adilah, H., Sulistiarini, R., & Rahmawati, D. (2023). Pengaruh kemasan penyimpanan terhadap kadar senyawa non spesifik kemangi (*ocimum basilicum* l.) pada suhu tertentu *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*, 18, 66–71. <https://doi.org/10.25026/mpc.v18i1.705>
- Afifah, N., & Sholichah, E. (2021). Pengaruh kemasan terhadap masa simpan keripik tortila modifikasi tempe dan tepung moca dengan metode akselerasi berdasarkan pendekatan arrhenius. *Jurnal Pangan*, 30(2), 129–136. <https://doi.org/10.33964/jp.v30i2.531>

- Agustia, F. C., Rukmini, H. S., Naufalin, R., & Ritonga, A. M. (2021). Pendugaan umur simpan tiwul instan yang dikemas dalam aluminium foil dan polietilen dengan metode akselerasi berdasarkan pendekatan kadar air kritis. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 10(1), 216–222. <https://doi.org/10.17728/jatp.7046>
- Alfatina, A., Adi Prayitno, S., & Jumadi, R. (2023). Pengaruh penambahan konsentrasi sodium tripolyphosphate (STPP) pada pembuatan kerupuk ikan payus. *Justi (Jurnal Sistem dan Teknik Industri)*, 3(4), 529. <https://doi.org/10.30587/justicb.v3i4.6110>
- Alkhamdan, T., & Husain, R. (2022). Pemanfaatan tepung ikan gabus (*channa striata*) dalam pembuatan kerupuk ikan. *Jambura Fish Processing Journal*, 4(1), 25–36. <https://doi.org/10.37905/jfpj.v4i1.11729>
- Anggraini, R., & Sugiarti, T. (2022). Desain kemasan aktif untuk nanas (*ananas comosus* L. merr) terolah minimal. *Agrofood: Jurnal Pertanian Dan Pangan*, 4(1), 30–37.
- Astuti, S., Lestari, P., Indraningtyas, L., & Satyajaya, W. (2024). Shelf life estimation of gotu kola leaf (*centella asiatica* L. urban) chips on polypropylene plastic packaging during storage using aslt method (Accelerated Shelf Life Testing) arrhenius model. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 12(2), 114–125. <https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2024.012.02.05>
- Ayu, D. F., Efendy, R., Nopiani, Y., Saputra, E., & Haryani, S. (2022). Pendugaan umur simpan ikan patin salai menggunakan metode akselerasi dengan kemasan hdpe dan teknik pengemasan aluminium foil. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*, 14(2), 88–96. <https://doi.org/10.17969/jtipi.v14i2.23128>
- Ayu, D. F., Situmorang, B. L., Efendi, R., & Juarsa, R. P. (2024). Pendugaan umur simpan kerupuk sagu goreng dengan pendekatan kurva isoterm sorpsi air. *Jurnal Teknologi dan Industri Hasil Pertanian*, 29(1), 22–34. <http://dx.doi.org/10.23960/jtihp.v29i1.22-34>
- Calabrese, M., De Luca, L., Basile, G., Lambiase, G., Romano, R., & Pizzolongo, F. (2024). A recyclable polypropylene multilayer film maintaining the quality and the aroma of coffee pods during their shelf life. *Molecules*, 29(13), 3006. <https://doi.org/10.3390/molecules29133006>
- Deglas, W. (2023). Pengaruh jenis plastik polyethylene (pe), polypropylene (pp), high density polyethylene (hdpe), dan overheated polypropylene (opp) terhadap kualitas buah pisang mas. *Agrofood*, 5(1), 33-42
- Dewi, P. R., Darmayanti, L. P. T., & Nocianitri, K. A. (2022). Pengaruh jenis kemasan terhadap karakteristik cookies ampas tahu selama penyimpanan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 11(2), 261. <https://doi.org/10.24843/itepa.2022.v11.i02.p08>
- Gajdos, J., Galic, K., Kurtanek, Z., & Zelimir, N. (2001). Gas permeability and dsc characteristics of polymers used in food packaging. *Polymer Testing*, 20(1), 49–57. [https://doi.org/10.1016/S0142-9418\(99\)00078-1](https://doi.org/10.1016/S0142-9418(99)00078-1)
- Harris, H., & 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.
- Hasanah, F., Siregar, N. C., Meutia, Y. R., & Rahimah, S. (2021). Pendugaan umur simpan kerupuk tulang ikan tenggiri (*scomberomorus commerson*) dengan proses penirisan dan tanpa penirisan dengan metode akselerasi kadar air kritis. *Warta IHP*, 38(2), 132-141
- Herawati, E. R. N., Nurhayati, R., & Angwar, M. (2017). Pendugaan umur simpan keripik pisang salut coklat

- “purbarasa” kemasan polipropilen berdasarkan angka tba dengan metode ASLT model arrhenius. *Reaktor*, 17(3), 118. <https://doi.org/10.14710/reaktor.17.3.118-125>
- Hermawan, A., Syam, H., & Sukainah, A. (2023). Pengaruh jenis kemasan dan lama waktu penyimpanan pada suhu ruang terhadap mutu bubuk bawang (allium cepa var aggregatum l). *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 9(1), 1–10. <https://doi.org/10.26858/jptp.v9i1.20105>
- Ijayanti, N., Listanti, R., & Ediati, R. (2020). Pendugaan umur simpan serbuk wedang uwuh menggunakan metode aslt (accelerated shelf life testing) dengan pendekatan arrhenius. *Journal of Agricultural and Biosystem Engineering Research*. 1(1). 46-60
- Indriani, M., Pratama, F., & Hermanto, H. (2019). Analisis lama penyimpanan kemplang ikan Palembang yang diproses dengan panas dari gelombang mikro dan yang digoreng. *Jurnal Fishtech*, 8(2), 72–78. <https://doi.org/10.36706/fishtech.v8i2.10008>
- Istini, I. (2020). Pemanfaatan plastik polipropilen standing pouch sebagai salah satu kemasan sterilisasi peralatan laboratorium. *Indonesian Journal of Laboratory*, 2(3), 41. <https://doi.org/10.22146/ijl.v2i3.57424>
- Lailaem, J., Lalopua, V. M. N., & Savitri, I. K. E. (2023). Umur simpan abon ikan layang (*decapterus* sp.) Berdasarkan pendekatan model arrhenius. *INASUA: Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*, 3(1), 191–198. <https://doi.org/10.30598/jinasua.2023.3.1.191>
- Lamberti, M., & Escher, F. (2007). Aluminium foil as a food packaging material in comparison with other materials. *Food Reviews International*, 23(4). <https://doi.org/10.1080/87559120701593830>
- Luthfi, Q. A., Jariyah, & Putra, A. Y. T. (2024). Pengaruh jenis kemasan terhadap sifat fisikokimia, mikrobiologi, dan organoleptik pada produk manisan tomat selama penyimpanan. *Jurnal Sains Dan Teknologi Pangan*, 9(1), 7117–7130.
- Maherawati, M., Rahayuni, T., & Hartanti, L. (2024). Shelf-life prediction of canned pacri nanas using the accelerated shelf-life test (aslt) method. *Industria: Jurnal Teknologi Dan Manajemen Agroindustri*, 13(1), 71–84. <https://doi.org/10.21776/ub.industria.2024.013.01.5>
- Novita, E., Purbasari, D., & Mubarak, M. S. M. (2021). Pendugaan umur simpan bubuk kopi arabika menggunakan metode arrhenius dengan kemasan aluminium foil dan plastik (polipropilen). *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 10(3), 392. <https://doi.org/10.23960/jtep-l.v10i3.392-401>
- Nuraini, V., & Widanti, Y. A. (2020). Pendugaan umur simpan makanan tradisional berbahan dasar beras dengan metode accelerated shelf-life testing (aslt) melalui pendekatan arrhenius dan kadar air kritis. *Jurnal Agroteknologi*, 14(02), 189. <https://doi.org/10.19184/j-agt.v14i02.20337>
- Nurani, D., Sukmadi, I., & Hidayat, N. (2017). Kualitas barrier kemasan fleksibel berbasis metalized film untuk produk pangan. *Jurnal IPTEK*, 1(2), 55–61. <https://doi.org/10.31543/jii.v1i2.122>
- Pakpahan, N., Kusnandar, F., Syamsir, E., & Maryati, S. (2020). Pendugaan umur simpan kerupuk mentah tapioka dalam kemasan plastik polypropylene dan low density polyethylene menggunakan metode kadar air kritis. *Jurnal Teknologi Pangan*, 14(2).
- Pangawikan, A. D., Mukti, R. C., Sari, D. I., & Ridhowati, S. (2022). Prediksi masa simpan kerupuk ikan Palembang melalui pendekatan angka total oksidasi (totox) dengan metode accelerated self-life test (ASLT). *Jurnal Teknologi dan Industri Hasil*

- Pertanian*, 27(2), 81. <https://doi.org/10.23960/jtihp.v27i2.81-89>
- Parwiyanti, P., Yulistika, E., Rosidah, U., Lidiasari, E., & Syafutri, M. I. (2023). Menduga umur simpan kemplang yang dimatangkan menggunakan microwave berdasarkan persamaan arrhenius. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-11*. Palembang. Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI).
- Pratama, D., Liviawaty, E., Junianto, J., & Rostini, I. (2021). Umur simpan nori dari gelidium sp. dan eucheuma cottonii dengan kemasan aluminium foil berdasarkan metode accelerated shelf life test. *Jurnal Akuatek*, 2(2), 148–158.
- Puspitasari, E., Sutan, S. M., & Lastriyanto, A. (2020). Pendugaan umur simpan keripik kelapa (cocos nucifera L.) menggunakan metode accelerated shelf-life testing (aslt) model pendekatan persamaan arrhenius. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 8(1), 36–45. <https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2020.008.01.04>
- Rahmadanti, A. P., Zainuri, & Utama, Q. D.(2025). Pendugaan umur simpan keripik pisang kapas (musa comiculata) dengan metode accelerated shelf-life testing (aslt) model arrhenius. *Jurnal Teknologi dan Mutu Pangan* 3(2), 96-111. . <https://doi.org/10.30812/jtmp.v3i2.4736>
- Rahmawati, S. H., & Wijayanti, A. (2023). Analisis karakteristik kimiawi pada kerupuk ikan nila (oreochromis niloticus) dengan penambahan tepung porang (amorphophallus oncophyllus). *Agrokompleks*, 23(2).
- Satyajaya, W., Setyani, S., & Nur, M. (2013). Pengujian asam lemak bebas dan aktivitas mikroba pada bmc-mp-asi buah sukun dan kacang benguk selama penyimpanan. *Jurnal Teknologi Industri Dan Hasil Pertanian*, 18(1), 91–100. <http://dx.doi.org/10.23960/jtihp.v18i1.91%20-%20100>
- Silvia, D., Dewi, A. P., & Zulkarnain, Z. (2021). Jenis dan teknik pengemasan terhadap kualitas bakso aci dengan penyimpanan suhu dingin. *Metana*, 17(2), 41–48. <https://doi.org/10.14710/metana.v17i2.40677>
- Sunyoto, M., Djali, M., & Syafaah, M. (2017). Pendugaan umur simpan kerupuk ikan dalam berbagai jenis kemasan dengan metode akselerasi melalui pendekatan kadar air kritis. *Jurnal Penelitian Pangan*, 2(1), 55–63.
- Syska, K., Nuroniah, N. S., & Ropiudin. (2023). Pendugaan umur simpan gula kelapa kristal dalam kemasan vakum menggunakan metode accelerated shelf life test (aslt) model arrhenius. *Rona Teknik Pertanian*, 16(1), 69–80. <https://doi.org/10.17969/rtp.v16i1.31499>
- Wijanarti, S., Ambarwati, G., & Sabarisman, I.(2019). Shelf life determination of pegagan (centella asiatica) chips using accelerated shelf-life testing (aslt) method. *Agroindustrial Journal*, 6(1), 396-404
- Windarti, D., & Saidi, I. A. (2021). Organoleptic characteristics of mustard flour (brassica juncea l) packaged in polyethylene and polypropylene packaging. *Procedia of Engineering and Life Science*. Sidoarjo. Universitas Muhammadiyah Sidoarjo