

PENENTUAN UMUR SIMPAN BUMBU “HALAWA” MENGGUNAKAN PENDEKATAN KADAR AIR KRITIS

*Determination of Halawa Seasoning Shelf Life Using the Critical Moisture Content
Approach*

Indriyati Adawiyah¹, Hanifah Faaiqotul Ilmi², Ulya Sarofa², dan Sri Winarti^{2*}

¹ PT. Tamaddun Inti Perkasa, Mojokerto

² Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional
“Veteran” Jawa Timur

*e-mail : sriwinarti.tp@upnjatim.ac.id

ABSTRAK

Bumbu rasa sapi “Halawa” merupakan produk pangan berbentuk serbuk yang bersifat higroskopis dan rentan mengalami penurunan mutu akibat penyerapan uap air. Penelitian ini bertujuan untuk menduga umur simpan bumbu “Halawa” dengan pendekatan kadar air kritis melalui metode Accelerated Shelf-Life Testing (ASLT) pada tiga jenis kemasan: aluminium foil, metalized plastic, dan polipropilen. Penentuan umur simpan dilakukan dengan mengukur kadar air awal, kadar air kritis (berdasarkan uji sensori dengan 25 panelis semi-terlatih), dan kadar air kesetimbangan melalui paparan pada berbagai kondisi kelembaban relatif (RH) yang diatur menggunakan larutan garam jenuh. Data kadar air kesetimbangan kemudian dianalisis untuk membentuk kurva sorpsi isotermis dan ditentukan model terbaik melalui pendekatan matematis (Caurie, Halsey, Oswin, GAB, dll.) berdasarkan nilai Mean Relative Deviation (MRD). Nilai kemiringan kurva (b) dari model terpilih digunakan dalam perhitungan umur simpan. Parameter lain yang dihitung meliputi luas permukaan kemasan, bobot padatan per kemasan, serta permeabilitas uap air bahan kemasan berdasarkan metode ASTM D1249-90. Seluruh parameter kemudian disubstitusikan ke dalam persamaan Labuza untuk memprediksi waktu pencapaian kadar air kritis pada masing-masing jenis kemasan. Hasil menunjukkan kadar air awal sebesar 0,0066 gH₂O/g solid dan kadar air kritis sebesar 0,0636 gH₂O/g solid. Model sorpsi isotermis Hasley dipilih dengan persamaan $\text{Log}(\text{Ln}(1/A_w)) = -1.3435 - 0.6872 \log \text{Me}$. Nilai permeabilitas masing-masing kemasan adalah 0,065; 0,214; dan 0,4 gH₂O/hari·m²·mmHg. Umur simpan tertinggi terdapat pada kemasan aluminium foil (1100 hari), diikuti metalized plastic (334 hari), dan polipropilen (178 hari). Kemasan terbaik untuk menjaga mutu bumbu “Halawa” adalah aluminium foil.

Kata kunci: Bumbu serbuk, umur simpan, ASLT, kadar air kritis, kemasan pangan

ABSTRACT

“Halawa” beef flavored seasoning is a powdered food product that is hygroscopic and susceptible to quality loss due to moisture absorption. This study aims to estimate the shelf life of “Halawa” seasoning with a critical moisture content approach through the Accelerated Shelf-Life Testing (ASLT) method in three types of packaging: aluminum foil, metalized plastic, and polypropylene. Shelf life determination was carried out by measuring the initial water content, critical water content (based on sensory testing with 25 semi-trainer panelists), and equilibrium water content through

exposure to various relative humidity (RH) conditions regulated using saturated salt solution. The equilibrium water content data were then analyzed to form an isothermic sorption curve and the best model was determined through a mathematical approach (Caurie, Halsey, Oswin, GAB, etc.) based on the Mean Relative Deviation (MRD) value. The slope of the curve (b) from the selected model was used in the shelf life calculation. Other parameters calculated included the surface area of the packaging, the weight of solids per package, and the water vapor permeability of the packaging material based on the ASTM D1249-90 method. All parameters were then substituted into the Labuza equation to predict the time to reach critical water content in each type of packaging. Results showed an initial moisture content of 0.0066 gH₂O/g solid and a critical moisture content of 0.0636 gH₂O/g solid. The Hasley sorption isotherm model was selected with the equation $\text{Log}(\text{Ln}(1/A_w)) = -1.3435 - 0.6872 \log M_e$. The permeability values of each package were 0.065; 0.214; and 0.4 gH₂O/day-m²-mmHg. The highest shelf life was found in aluminum foil packaging (1100 days), followed by metalized plastic (334 days), and polypropylene (178 days). The best packaging to maintain the quality of "Halawa" seasoning is aluminum foil.

Keyword: Bumbu HALAWA, umur simpan, ASLT, kadar air kritis, kemasan pangan

PENDAHULUAN

Bumbu rasa sapi merupakan salah satu produk pangan kering yang diformulasikan dari ekstrak daging sapi dan campuran rempah-rempah seperti bawang putih, merica, dan ketumbar untuk menghasilkan rasa gurih (BSN, 1996; Taufik & Rahmawati, 2017). Produk ini banyak digunakan dalam industri kuliner dan rumah tangga untuk meningkatkan cita rasa makanan. Salah satu produk komersial yang beredar di pasaran adalah bumbu rasa sapi "Halawa", yang diproduksi oleh PT. Tamaddun Inti Perkasa. Produk ini dikenal karena karakteristik fisiknya yang unik, seperti warna putih, tekstur halus, serta kemampuannya larut sempurna dalam masakan.

Sebagai produk berbentuk serbuk, bumbu rasa sapi "Halawa" bersifat higroskopis, yaitu mudah menyerap uap air dari lingkungan. Kondisi tersebut dapat

menyebabkan penggumpalan, perubahan tekstur, dan penurunan mutu sensoris, yang pada akhirnya menurunkan daya terima konsumen (Chen et al., 2019). Oleh karena itu, stabilitas selama penyimpanan menjadi aspek penting yang perlu diperhatikan dalam pengembangan dan distribusi produk pangan kering seperti ini.

Umur simpan adalah parameter kritis dalam menjaga mutu dan keamanan produk pangan. Penetapan umur simpan yang akurat tidak hanya bertujuan untuk menjamin kualitas produk hingga dikonsumsi, tetapi juga merupakan kewajiban yang diatur dalam Undang-Undang Pangan No. 18 Tahun 2012. Dalam penentuannya, salah satu pendekatan yang digunakan adalah metode kadar air kritis, yang menetapkan batas kadar air tertentu sebagai ambang keamanan mutu. Model ini sangat relevan bagi produk pangan yang rentan mengalami kerusakan akibat penyerapan uap air selama

penyimpanan, sehingga memungkinkan estimasi umur simpan yang lebih cepat dan akurat melalui pengamatan perubahan mutu di bawah kondisi percepatan yang terkendali. Faktor-faktor yang memengaruhi umur simpan meliputi sifat bahan pangan, lingkungan penyimpanan, dan terutama jenis bahan pengemas yang digunakan (Asiah et al., 2018).

Pemilihan kemasan sangat berperan dalam menghambat migrasi uap air dari lingkungan ke dalam produk. Kemasan seperti aluminium foil, metalized plastic, dan polipropilen memiliki tingkat permeabilitas yang berbeda terhadap uap air, yang berdampak langsung pada ketahanan produk terhadap degradasi mutu (Juliana et al., 2020; Kusnandar et al., 2016; Swastika & Juwitaningtyas, 2024). Oleh karena itu, studi komparatif terhadap efektivitas berbagai bahan pengemas dalam mempertahankan mutu produk sangat diperlukan.

Penelitian ini bertujuan untuk menduga umur simpan bumbu rasa sapi "Halawa" dengan menggunakan metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) pendekatan kadar air kritis, serta membandingkan efektivitas tiga jenis bahan pengemas: aluminium foil, metalized plastic, dan polipropilen. Metode ini dipilih karena sesuai untuk produk dengan sifat higroskopis. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi kemasan terbaik

untuk menjaga kualitas produk selama penyimpanan.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Pengolahan Pangan, Laboratorium Analisa Pangan, dan Laboratorium Uji Inderawi, Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, UPN "Veteran" Jawa Timur. Bahan utama yang digunakan dalam pembuatan bumbu rasa sapi "Halawa". Bahan untuk pendugaan umur simpan meliputi larutan garam jenuh ($MgCl_2$, K_2CO_3 , NaBr, NaCl, KCl, $BaCl_2$, dan KNO_3) serta tiga jenis bahan kemasan: aluminium foil, metalized plastic, dan polipropilen.

Penentuan umur simpan dilakukan dengan mengukur kadar air awal, kadar air kritis (berdasarkan uji sensori dengan 25 panelis semi-terlatih), dan kadar air kesetimbangan melalui paparan pada berbagai kondisi kelembaban relatif (RH) yang diatur menggunakan larutan garam jenuh. Data kadar air kesetimbangan kemudian dianalisis untuk membentuk kurva sorpsi isotermis dan ditentukan model terbaik melalui pendekatan matematis (Caurie, Halsey, Oswin, GAB, dll.) berdasarkan nilai Mean Relative Deviation (MRD). Nilai kemiringan kurva (b) dari model terpilih digunakan dalam perhitungan umur simpan.

Parameter lain yang dihitung meliputi luas permukaan kemasan, bobot padatan per kemasan, serta permeabilitas

uap air bahan kemasan berdasarkan metode ASTM D1249-90. Seluruh parameter kemudian disubstitusikan ke dalam persamaan Labuza untuk memprediksi waktu pencapaian kadar air kritis pada masing-masing jenis kemasan.

$$t = \ln[(m_e - m_i)/(m_e - m_c)] \times (k/x) \times (A/Ws) \times (P_o/b)$$

Variabel yang diamati meliputi kadar air awal, kadar air kritis (diperoleh dari uji hedonik skor ≤ 3), kadar air kesetimbangan (dari kurva sorpsi isothermis), kemiringan kurva (b), dan nilai permeabilitas kemasan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar air awal (Mi) dan kadar air kritis (Mc)

Kadar air merupakan parameter utama yang menentukan mutu fisik dan stabilitas produk pangan berbentuk serbuk. Tingginya kadar air terbukti dapat mempercepat kerusakan mutu, termasuk perubahan tekstur dan potensi penggumpalan, sebagaimana dilaporkan oleh Juliana et al. (2020). Bumbu rasa sapi "Halawa" memiliki kadar air awal sebesar 0,0066 g H₂O/g solid, nilai ini telah memenuhi standar SNI 01-4273-1996 yang mensyaratkan kadar air tidak melebihi 4%. Meskipun demikian, produk serbuk memiliki kecenderungan untuk menyerap uap air dari lingkungan selama penyimpanan, sehingga kadar air awal menjadi faktor penting yang menentukan kemampuan produk

mempertahankan mutunya sepanjang umur simpannya.

Peningkatan kadar air selama penyimpanan akan membawa produk menuju kondisi mutu kritis yang dikenal sebagai kadar air kritis. Kadar air kritis ditetapkan melalui uji organoleptik hedonik berdasarkan perubahan tekstur dan tingkat kesukaan konsumen (Idayanti et al., 2014). Tabel 1, menunjukkan bahwa semakin lama penyimpanan, kadar air bumbu "Halawa" meningkat sementara skor hedonik menurun. Tekstur menggumpal mulai teramati pada jam keempat penyimpanan, sesuai kriteria Budijanto, et al. (2010), dan fenomena ini konsisten dengan mekanisme migrasi uap air yang menyebabkan aglomerasi partikel produk serbuk sebagaimana dijelaskan oleh Ghorab, et al. (2014) dalam Kusnandar, et al. (2016).

Tabel 1. Nilai kadar air kritis dan skor hedonic bumbu rasa sapi HALAWA

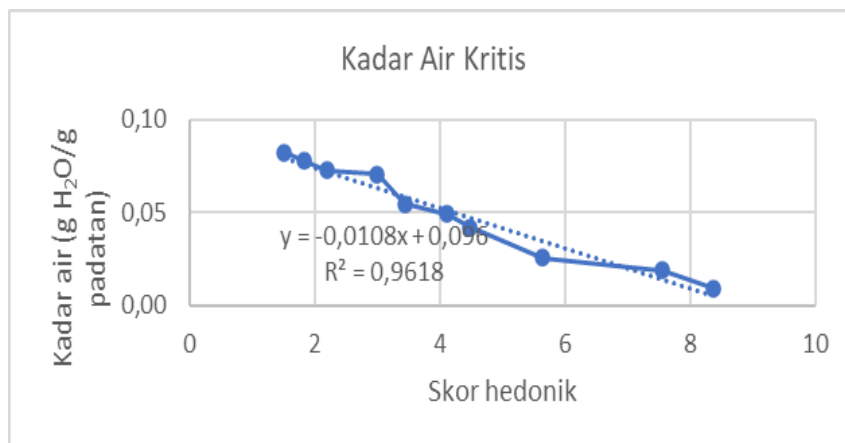
Lama Penyimpanan (jam)	Nilai Kadar Air (g H ₂ O/g solid)	Nilai Rata-rata Skor Hedonik (Tekstur)
1	0,0090	8,36
2	0,0189	7,56
3	0,0256	5,64
4	0,0420	4,48
5	0,0493	4,12
6	0,0546	3,44
7	0,0703	3
8	0,0726	2,2
9	0,0776	1,84
10	0,0824	1,52

Keterangan : 9 = Amat sangat suka, 8 = Sangat suka, 7 = Suka, 6 = Sedikit suka, 5 = Biasa, 4 = Sedikit tidak suka, 3 = Tidak suka, 2 = Sangat tidak suka, 1 = Amat sangat tidak suka

Berdasarkan **Tabel 1.** diketahui bahwa semakin lama penyimpanan akan meningkatkan kadar air bumbu rasa sapi "Halawa", namun menurunkan skor rata-rata uji hedonik. Kadar air yang tinggi pada bumbu rasa sapi akan menghasilkan tekstur bumbu yang menggumpal, dimana tekstur ini kurang disukai oleh panelis. Perubahan tekstur pada bumbu rasa sapi "Halawa" ini mulai terjadi penggumpalan pada lama penyimpanan jam keempat. Kriteria dikatakan menggumpal apabila bumbu rasa sapi dalam wadah digoyangkan, tidak terjadi pergerakan pada sampel (Budijanto et al., 2010). Penggumpalan bumbu rasa sapi disebabkan oleh migrasi uap air dari lingkungan. Hal ini sejalan dengan pernyataan Ghorab et al., (2014) dalam Kusnandar et al., (2016) bahwa penyerapan uap air dari lingkungan oleh

produk serbuk akan merusak tekstur yang diawali dengan tekstur yang terasa basah dan mulai terjadi penggumpalan.

Hasil uji hedonik bumbu rasa sapi "Halawa", rata-rata skor hedonik bernilai 3, dimana skor 3 ini memiliki arti "tidak suka" sebagaimana dalam keterangan skor penilaian uji hedonik. Hal ini sesuai dengan Kusnandar, et al. (2016) bahwa skor 3 pada uji organoleptik hedonik menunjukkan batas penolakan panelis terhadap produk yang mana produk dengan skor 3 ini telah mengalami perubahan tekstur yang tidak diharapkan oleh panelis. Kadar air kritis produk dapat diperoleh dengan persamaan regresi dari kurva hubungan antara skor organoleptik hedonik dengan kadar air sampel yang disajikan pada **Gambar 1.**



Gambar 1. Kurva hubungan skor hedonik dengan kadar air kritis

Hasil uji hedonik menunjukkan bahwa skor rata-rata panelis mencapai nilai 3, yang mengindikasikan batas ketidaksukaan konsumen dan menandai terjadinya perubahan tekstur yang tidak diharapkan. Nilai skor tersebut digunakan sebagai acuan dalam penentuan kadar air kritis melalui persamaan regresi hubungan antara skor hedonik dan kadar air pada Gambar 1. Berdasarkan persamaan $y = -0,0108x + 0,096$ dengan $R^2 = 0,9618$, diperoleh kadar air kritis bumbu "Halawa" sebesar 0,0636 g H₂O/g solid. Nilai ini lebih tinggi daripada kadar air awal, dan menurut Maghfiroh (2018) dalam Handoyo dan Sarofa (2023), selisih antara kadar air kritis dan kadar air awal merupakan indikator penting dalam memperkirakan lamanya umur simpan produk serbuk.

Kadar air kesetimbangan (Me)

Kadar air kesetimbangan merupakan kondisi ketika sampel mencapai keadaan setimbang setelah ditempatkan

pada lingkungan dengan kelembaban relatif tertentu. Proses ini dilakukan dengan menyimpan sampel dalam wadah tertutup berisi larutan garam berbeda untuk menghasilkan variasi kelembaban relatif hingga perubahan bobot sampel berada dalam batas stabil. Penentuan kadar air kesetimbangan digunakan untuk memahami pola perpindahan air selama proses adsorpsi (Nurhayati et al., 2018). **Tabel 2**, menunjukkan kadar air kesetimbangan meningkat seiring dengan meningkatnya kelembaban relatif (RH). Fenomena ini konsisten dengan temuan Ropiudin dan Syska (2023) serta Kusnandar, et al. (2016), yang menunjukkan bahwa produk pangan kristal maupun serbuk mencapai kadar air kesetimbangan lebih tinggi pada aktivitas air (aw) yang tinggi. Mekanisme ini terjadi akibat penyerapan uap air dari lingkungan ketika RH lingkungan lebih tinggi daripada RH produk, yang sesuai dengan konsep adsorpsi sebagaimana dijelaskan Alfiyani, et al.

(2019). Pola penyerapan air tersebut kemudian dipetakan melalui hubungan antara aktivitas air dan kadar air kesetimbangan sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 2**.

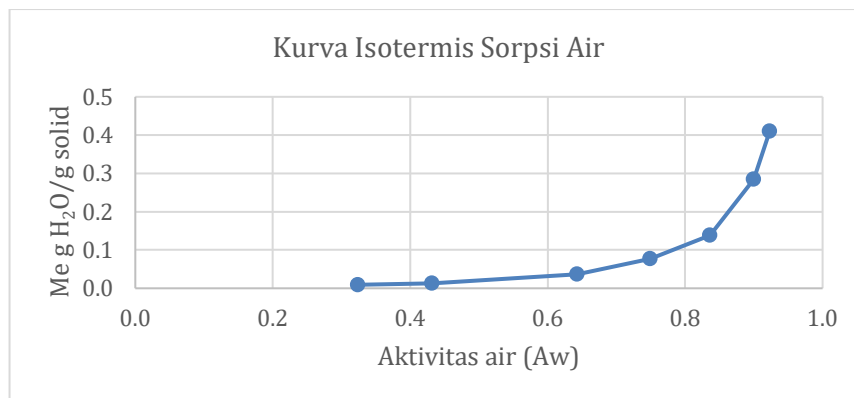
Tabel 2. Nilai kadar air kesetimbangan bumbu rasa sapi HALAWA

No	Garam	RH (%)	Aw	Me
1	MgCl ₂	32,4	0,324	0,0092
2	K ₂ CO ₃	43,2	0,432	0,0135
3	NaNO ₂	65	0,65	0,0366
4	NaCl	74,9	0,749	0,0775
5	KCl	83,6	0,836	0,1387
6	BaCl ₂	90	0,9	0,2846
7	KNO ₃	92,3	0,923	0,4097

Berdasarkan **Tabel 2**. Diketahui bahwa semakin tinggi kelembaban relatif (RH) berbanding lurus dengan kadar air kesetimbangan (Me) yang diperoleh. Hasil ini sesuai dengan penelitian Ropiudin dan Syska, (2023) yang menunjukkan kadarair kesetimbangan gula kelapa kristal akan lebih tinggi pada aw yang tinggi dan sebaliknya kadar air kesetimbangan akan semakin rendah pada aw yang rendah. Kusnandar, *et al.* (2016) juga menyatakan hal yang sama bahwa kadar airkesetimbangan bumbu kuah bakso lebih mencapai setimbang apabila pada aw tinggi. Hal ini dapat terjadi akibat adanya penyerapan uap air dari lingkungan yangdisebabkan oleh pengaruh RH lingkungan yang lebih tinggi dibanding RH produk.Didukung dengan pernyataan Alfiani, *et al.* (2019), terjadinya proses adsorpsi (penyerapan) ketika kelembaban relatif lingkungan lebih tinggi dibandingkan kelembaban produk relatif produk. Proses

penyerapan uap air ini terjadi tercapaititik setimbang. Pola penyerapan uap air diperoleh dengan memplotkan data kadarair kesetimbangan dengan aktivitas air sebagaimana pada **Gambar 2**.

Gambar 2 menunjukkan bahwa pola sorpsi isothermis bumbu rasa sapi "Halawa" mengikuti tipe kurva III, berbeda dari kurva sigmoid yang umum dijumpai pada produk pangan kering. Sorpsi tipe III umumnya ditemukan pada produk ber kandungan gula dan garam tinggi, seperti yang dilaporkan oleh Nurhayati *et al.* (2018). Hal ini sesuai dengan komposisi bumbu rasa sapi "Halawa" yang mengandung lebih dari 50% komponen garam dan gula. Temuan ini juga sejalan dengan laporan Fan dan Roos (2016) dalam Kusnandar *et al.* (2016), serta penelitian Kusnandar *et al.* (2016) pada bumbu kuah bakso instan, bahwa kandungan garam dan gula kristal yang tinggi menghasilkan kurva sorpsi isothermis yang curam dan khas tipe III.



Gambar 2. Kurva isotermis sorpsi air bumbu rasa sapi "Halawa"

Variabel pendukung penentuan umur simpan

Penentuan variabel pendukung dalam perhitungan umur simpan mencakup tekanan uap murni (P_o), luas permukaan kemasan (A), bobot padatan per kemasan (W_s), serta nilai permeabilitas kemasan (k/x). Tekanan uap jenuh dihitung berdasarkan suhu penyimpanan rata-rata produk pangan di Indonesia, yaitu $30^\circ C$, dengan nilai 31,824 mmHg (Bell dan Labuza, 2000). Bobot padatan ditentukan melalui pengurangan berat total produk dengan kadar air awal sehingga diperoleh bobot padatan bumbu sebesar 11,9 g dari total 12 g per kemasan. Variabel-variabel ini merupakan komponen penting dalam perhitungan umur simpan menggunakan pendekatan Labuza karena memengaruhi laju peningkatan kadar air produk selama penyimpanan.

Keterkaitan antara variabel tersebut semakin jelas ketika mempertimbangkan peran kemasan dalam mengendalikan penyerapan uap air. Penelitian ini menggunakan tiga jenis kemasan, yaitu

aluminium foil, metalized plastic, dan polipropilen, dengan nilai permeabilitas masing-masing 0,065; 0,214; dan 0,4 $gH_2O/hari \cdot m^2 \cdot mmHg$ berdasarkan data sekunder. Permeabilitas ini menunjukkan kemampuan kemasan menahan transmisi uap air, di mana nilai yang lebih kecil menandakan penghalang uap air yang lebih baik dan berkontribusi pada umur simpan yang lebih panjang. Ketiga kemasan memiliki luas permukaan 0,0077 m^2 , yang memengaruhi besarnya paparan produk terhadap lingkungan. Semakin luas permukaan kemasan, semakin besar potensi perpindahan uap air ke dalam kemasan, sehingga variabel luas kemasan dan permeabilitasnya berperan langsung dalam menentukan laju perubahan kadar air serta umur simpan akhir produk.

Umur simpan

Perhitungan umur simpan dilakukan berdasarkan nilai kadar air awal (M_i), kadar air kritis (M_c), kadar air kesetimbangan (M_e) pada RH 75% dari model sorpsi isotermis terpilih, serta kemiringan kurva sorpsi

isotermis (b). Selain itu, variabel pendukung seperti tekanan uap murni (P_o), luas kemasan (A), bobot padatan per kemasan (W_s), dan permeabilitas kemasan (k/x) juga diperhitungkan. Seluruh parameter tersebut disubstitusikan ke dalam persamaan Labuza (1982). Berdasarkan **Tabel 3**, umur simpan bumbu "Halawa" dalam kemasan aluminium foil, metalized plastic, dan polipropilen masing-masing adalah 1100 hari, 334 hari, dan 178 hari pada RH 75%. Aluminium foil menghasilkan umur simpan terpanjang karena sifatnya yang kedap udara, tahan panas, dan memiliki permeabilitas uap air yang rendah (Aprida et al., 2017).

Variasi umur simpan yang dihasilkan menunjukkan bahwa jenis bahan pengemas merupakan faktor penting dalam mempertahankan stabilitas mutu produk.

Semakin rendah permeabilitas kemasan, semakin kecil laju transmisi uap air yang masuk, sehingga umur simpan menjadi lebih lama (Sakti, *et al.* 2016). Selain sifat fisik dan kimia bahan kemasan, komposisi bahan baku, proses produksi, dan kondisi penyimpanan turut memengaruhi umur simpan produk. Penelitian sebelumnya oleh Kusnandar, *et al.* (2016) pada bumbu kuah bakso instan dalam kemasan metalized plastic menunjukkan umur simpan 12,1 bulan pada RH 75%, dan perbedaan ini disebabkan oleh variasi formulasi serta kondisi penyimpanan yang berbeda. Dengan demikian, umur simpan produk serbuk sangat dipengaruhi oleh interaksi antara karakteristik produk, bahan pengemas, dan lingkungan penyimpanan.

Tabel 3. Perhitungan umur simpan pada tiga jenis kemasan menggunakan metode ASLT pendekatan kadar air kritis

Variabel Perhitungan Umur Simpan	Aluminium foil	Metalized plastic	Polypropilen
Kadar air awal produk/ M_i (g H_2O /g solid)	0,0066	0,0066	0,0066
Kadar air kritis produk/ M_c (g H_2O /g solid)	0,0636	0,0636	0,0636
Model persamaan Hasley $\text{Log}(\text{Ln}(1/A_w)) = -1.3435 - 0.6872 \log M_e$			
Kadar air kesetimbangan produk/ M_e (g H_2O /g solid)	0,068	0,068	0,068
Tekanan uap jenuh pada RH distribusi/ P_o (mmHg)	31,824	31,824	31,824
Luas kemasan (m^2)	0,007742	0,007742	0,007742
Kemiringan kurva isotermis sorpsi air/b (slope)	0,5571	0,5571	0,5571
Berat produk kering per kemasan/ W_s (g)	11,9	11,9	11,9
Permeabilitas uap air kemasan (g H_2O/m^2 /hari/mmHg)	0,065	0,214	0,4
Umur simpan (hari)	1097,1	333,2	178,3
Umur simpan (bulan)	36,6	11,1	5,9

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) dengan pendekatan kadar air kritis efektif digunakan untuk menentukan umur simpan bumbu rasa sapi "Halawa" yang bersifat higroskopis. Berdasarkan hasil pengukuran kadar air awal, kadar air kritis, kadar air kesetimbangan, serta pemodelan sorpsi isotermis menggunakan model Hasley (MRD = 4,69), diperoleh nilai umur simpan yang bervariasi tergantung jenis bahan pengemas.

Kemasan aluminium foil memberikan umur simpan terpanjang sebesar 36,6 bulan, diikuti oleh metalized plastic selama 11,1 bulan, dan polipropilen selama 5,9 bulan pada kondisi penyimpanan RH 75%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin rendah permeabilitas uap air dari bahan pengemas, semakin tinggi umur simpan produk. Oleh karena itu, pemilihan bahan kemasan yang tepat sangat penting untuk mempertahankan mutu dan kestabilan produk selama masa simpan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada PT. Tamaddun Inti Perkasa yang telah membiayai dan mensupport penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Alfiyani, N., Wulandari, N., dan Adawiyah, D. R. (2019). Validasi Metode Pendugaan Umur Simpan Produk Pangan Renyah

dengan Metode Kadar Air Kritis. *Jurnal Mutu Pangan : Indonesian Journal of Food Quality*, 6(1), 1–8. <https://doi.org/10.29244/jmpi.2019.6.1.1>

Aprida, P. ., Suprayatmi, M., dan Hutami, R. (2017). PANDUAN PRAKTIS Pendugaan Umur Simpan Produk Pangan. *Jurnal Agroindustri Halal*, 3(2), 97–104.

<http://117.74.115.107/index.php/jemasi/article/view/537>

Asiah, N., Cempaka, L., dan David, W. (2018). PANDUAN PRAKTIS Pendugaan Umur Simpan Produk Pangan. Jakarta: Universitas Bakrie Press.

AOAC [Association of Official Analytical Chemists]. (2005). *Official Methods of Analysis of The Association of Analytical Chemists*. Virginia USA: Association of Official Analytical Chemists, Inc

Badan Standarisasi Nasional Indonesia. (1996). *SNI 01-4273-1996: Syarat Mutu Bumbu Rasa Sapi*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Bell, L. N., dan Labuzza, T. P. (2000). *Moisture Sorption Practical Aspect of Isotherm Measurement and Use 2nd Edition*. American Assosiation of Cereal Chemist, Inc, USA.

Budijanto, S., Sitanggang, A. B., Silalahi, B. E., dan Murdiati, W. (2010). Penentuan Umur Simpan Seasonings Menggunakan Metode Accelerated Shelf-life Testing (ASLT) dengan Pendekatan Kadar Air Kritis. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 11(2), 71-77

Fan, F dan Roos Y.H. (2016). Crystalization and Structural Relaxation Times in Structural Strength Analysis of Amorphous Sugar or Whey Protein System. *Journal Food Hydrocolloids*, 60, 85-97.

- Ghorab, M. K., Marrs, K., Taylor, L. S., dan Mauer, L. J. (2014). Water-solid interactions between amorphous maltodextrins and crystalline sodium chloride. *Food Chemistry*, 144. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.02.123>
- Handoyo, A. M. F., dan Sarofa, U. (2023). Estimation of Edamame Flour Shelf Life Using the Critical Moisture Approach. *AJARCADE (Asian Journal of Applied Research for Community Development and Empowerment)*, 7(2), 213–220. <https://doi.org/10.29165/ajarcde.v7i2.309>
- Idayanti, D., Darmawati, E., dan Sutrisno. (2014). Pembuatan dan Pendugaan Lama Simpan Bubuk Asam Suntik dalam Kemasan dengan Metode Sorpsi Production. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 6(2), 151–156.
- Juliana, R., Hasbullah, R., dan Mardjan, S. S. (2020). Models of Moisture Sorption Isotherm and The Estimation of Red Ginger Powder Shelf Life in Various Packaging Materials. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 8(1), 23–28. <https://doi.org/10.19028/jtep.08.1.23-28>
- Kusnandar, F., Adawiyah, D. R., dan Fitria, M. (2010). Pendugaan umur simpan biskuit dengan metode akselerasi berdasarkan pendekatan kadar air kritis. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 21(2).
- Kusnandar, F., Hermeinasari, A., dan Adawiyah, D. R. (2016). Pendugaan umur simpan bumbu kuah bakso serbuk dengan metode akselerasi shelf life determination of meat-ball seasoning powder applying accelerated method. *Jurnal Mutu Pangan*, 3(1), 10–17.
- Labuza, T. P. (1982). *Shelf Life Dating of Foods*. Connecticut: Food and Nutrition Press Inc, Westport.
- Maghfiroh, M. (2016). Pendugaan Umur Simpan Kripik Jamur Tiram (*Pleurotus ostreatus*) Berdasarkan Metode Kadar Air Kritis Serta Pendekatan Kurva Sorpsi Isotermis. Skripsi. Jurusan Ilmu dan Teknologi Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya.
- Nurhayati, R., Pratiwi, R., Katri Anandito, B., Rahayu Novita, E., dan Angwar, M. (2018). Shelf Life Prediction of Chocomix Instant Chocolate Beverage Powder Using Accelerated Shelf Life Testing (ASLT) based on Critical Moisture Content Approach. *Reaktor*, 18(2). <https://doi.org/10.14710/reaktor.18.2.63-70>
- Sakti, H., Lestari, S., dan Supriadi, A. (2016). Perubahan Mutu Ikan Gabus (*Channa Striata*) Asap Selama Penyimpanan. *Jurnal Fishtech*, 5(1), 11-18.
- Swastika, A. D., dan Juwitaningtyas, T. (2024). Pendugaan Umur Simpan Tepung Salak (*Salacca zalacca*) Menggunakan Metode Accelerated Shelf Life Test (ASLT) Pendekatan Kadar Air Kritis. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 12(1), 46–54. <https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2024.012.01.05>
- Ropiudin, dan Syska, K. (2023). SIMPAN GULA KELAPA KRISTAL DALAM KEMASAN PLASTIK Modeling of Isothermic Adsorption and Shelf Life Estimation of Crystalline Coconut. 4(1), 23–34.
- Taufik, M., dan Rahmawati, D. (2017). Fraksinasi Dan Karakterisasi Komponen Rasa Gurih Pada Bumbu Penyedap. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 6(1), 36–38. <https://doi.org/10.17728/jatp.216>