

Pendugaan Masa Simpan Bartoz Spicy Wing dan Sosis Ayam dalam Kemasan dengan Metode ASLT Model Arrhenius

Arti Hastuti^{1*}, Ashila Maziyya Fairuz Firdaus¹, Melda Putri Rahayu¹, Gita Nur Eriani¹, Arlita Nada Putri¹.

¹Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Ilmu Pangan Halal, Universitas Djuanda Bogor, Jl. Tol Ciawi No. 1, Kotak Pos 35, Ciawi, Bogor 16720.

*korespondensi: arti.hastuti@unida.ac.id

ABSTRAK

Pangan segar merupakan pangan bisa dapat dikonsumsi langsung tanpa mengalami pengolahan ataupun yang bisa dipakai sebagai bahan baku dalam pengolahan pangan. Pangan olahan berupa frozen food merupakan proses penyimpanan pangan pada suhu rendah dengan masa simpan yang lama. Salah satu informasi penting yang harus diketahui atau dicantumkan pada suatu produk pangan adalah umur simpan produk. Dalam artikel ini bertujuan untuk mengetahui umur simpan pada makan beku. Sampel makanan beku yang digunakan yaitu "Spicy Wing Original" dan "Sosis Ayam Original". Pendugaan mutu umur simpan produk pangan menggunakan metode ASLT pendekatan Arrhenius, suhunya adalah 25 °C lama penyimpanan 1 hari, 0 °C lama penyimpanan 30hari dan -18 °C dengan lama penyimpanan 270 hari kepada dua produk yang digunakan. Serta penamaban suhu penyimpanan pada suhu 30 °C yaitu 0,643943, sehingga disimpulkan bahwa semakin rendah suhu penyimpanan maka produk akan memiliki masa simpan yang semakin lama.

Kata Kunci: Arrhenius, ASLT, Mutu, Pangan Olahan, Umur simpan

PENDAHULUAN

Seiring dengan pertumbuhan populasi di seluruh dunia, kebutuhan akan pangan olahan maupun pangan segar terus meningkat. Pangan segar merupakan pangan dapat dikonsumsi langsung tanpa mengalami pengolahan ataupun yang bisa dipakai sebagai bahan utama dalam proses pangan yang di olah. Pangan yang di olah merupakan minuman ataupun makanan hasil dari proses dengan ataupun tanpa bahan tambahan. Sifat bahan pangan segar biasanya mudah rusak, berbanding dengan sifat pangan olahan yang memiliki masa simpan yang tahan lebih lama, tetapi mutu pangan olahan tetap akan mengalami penurunan selama waktu penyimpanan. Baik produsen maupun konsumen membutuhkan pemahaman tentang prinsip penyimpanan bahan pangan segar dan olahan. (Asiah et al., 2020)

Suatu pangan yang pengolahannya melalui tahap pembekuan kemudian memiliki suhu produk yang tidak lebih dari -18° Celcius, dapat disebut sebagai pangan olahan beku atau lebih dikenal oleh masyarakat luas sebagai frozen food. Ini adalah sebagian kecil dari banyaknya pangan olahan yang berkembang sebagai hasil dari kemajuan teknologi penyimpanan suhu rendah. Produk ini dibuat karena perubahan gaya hidup yang serba cepat. Produk makanan beku sudah banyak meringankan persiapan makanan menjadi lebih sederhana dan cepat. (Asiah et al., 2020)

Saat ini, ada banyak pilihan makanan beku yang tersedia. Ada banyak olahan dari seafood, seperti udang lapis tepung, bakso ikan, dimsum, pempek, nugget ikan, dan sebagainya, olahan dari buah dan sayur seperti kentang goreng dan campuran sayur-sayuran dingin, olahan dari sereal contohya seperti kulit untuk kebab dan pangsit, mie, dan sebagainya, serta daging yang diolah seperti nugget dan bakso. Namun, makanan beku adalah salah satu makanan olahan yang memiliki risiko tinggi. Akan berpotensi tidak aman untuk dikonsumsi jika tidak disimpan dan ditangani dengan tepat. Hal ini memerlukan sistem pendingin yang lebih baik serta lebih ketatnya pengawasan ketika bahan diolah dan ditangani selama masa penyimpanannya. (Asiah et al., 2020)

Sesuai dengan jenis dan penanganannya, setiap produk makanan beku memiliki masa simpan yang berbeda. Jarak waktu antara produksi bahan makanan sehingga tidak dapat lagi di terima oleh konsumen karena terdapat penyimpangan mutu. Salah satu informasi penting yang harus diketahui atau dicantumkan pada suatu pangan olahan adalah masa simpan pada produk. informasi ini sangat membantu untuk mengetahui kapan telah mengalami kerusakan atau tidak layak konsumsi. Pentingnya pencantuman umur simpan pada kemasan produk karena terkait dengan keamanan produk pangan dan memberikan jaminan mutu saat produk sampai ke tangan pelanggan. (Nurman et al., 2025).

METODE PENELITIAN

Metode Accelerated Shelf Life Test (ASLT) Model Arrhenius dapat diterapkan di aneka jenis produk makanan, terutama pada produk yang kualitasnya menurun akibat kerusakan kimiawi. Parameter kritis dalam metode ASLT (Accelerated Shelf Life Test) mengalami penurunan mutu karena suhu tinggi, dengan Metode percepatan umur simpan (Accelerated Shelf Life Testing/ASLT) menggunakan kondisi penyimpanan yang ekstrim untuk menguji ketahanan produk dan menentukan masa simpannya. Terdapat dua model pendekatan dalam metode ASLT yakni pendekatan kadar air kritis dan pendekatan Arrhenius. Dalam metode ASLT, suhu termasuk salah satu peranan penting untuk menentukan pembusukan pada makanan, hal ini berlangsung karena semakin meningkatnya suhu maka semakin pesat juga terjadinya pembusukan pada makanan. Hubungan antara keduanya yaitu kecepatan penurunan pada mutu dan suhu dengan memakai persamaan arrhenius untuk dapat diperkirakan masa simpan produk dengan cara memakai suhu yang ekstrim untuk mempercepat reaksi yang dapat merusak produk yang biasanya diterapkan pada produk yang memiliki sensitivitas terhadap perubahan suhu penyimpanan. (Saputri et al., 2023). Terdapat dua jenis produk yang berbeda dalam pengujian ini yaitu Spicy Wings Bartoz & Sosis Ayam Bartoz yang dapat disimpan pada suhu ruangan 25°C selama 1 hari, suhu lemari es 0°C dengan lama waktu penyimpanan selama 30 hari, dan beku -18°C dengan rentan waktu 9 bulan. parameter ini yang di uji untuk menentukan masa penyimpanan yaitu kesesuaian suhu penyimpanan produk dengan ketahanan produk pada kemasannya di suhu 25°C, 0°C dan -18°C serta pengujian di suhu lain 30°C.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut saran penyimpanan produk yang tertera pada kemasan produk pangan beku yang dianalisis yang akan digunakan sebagai parameter uji pendugaan umur simpan.

1. Bartoz Spicy wing Original

Berikut merupakan kemasan dan petunjuk penyimpanan Bartoz Spicy Wing original.



Gambar 1. Bartoz Spicy Wing Original

Berikut merupakan tabel petunjuk Penyimpanan seperti yang tertera dalam kemasan Bartoz Spicy Wing.

Tabel 1. Suhu dan penyimpanan bartoz spicy wing original

Suhu Penyimpanan	Lama Penyimpanan
25°C	1 hari
0°C	30 hari
- 18°C	270 hari

2. Bartoz Sosis Ayam Original

Berikut merupakan kemasan dan cara penyimpanan Bartoz Sosis Ayam original.



Gambar 2. Bartoz Sosis Ayam Original

Berikut merupakan tabel petunjuk Penyimpanan seperti yang tertera dalam kemasan Bartoz Spicy Wing.

Tabel 2. Suhu dan penyimpanan Bartoz sosis ayam original

Suhu Penyimpanan	Lama Penyimpanan
25 °C	1 hari
0 °C	30 hari
- 18 °C	270 hari

Identifikasi Mutu Kritis Produk

Dua produk yang dianalisis masa simpannya memiliki bahan baku yang sama yaitu berupa daging ayam. Daging ayam termasuk bahan pangan yang sangat mudah rusak yang dikarenakan oleh mikroorganisme. Kegiatan mikroba pembusuk mengakibatkan protein pada daging terdegradasi jadi asam amino sampai terjadinya pembusukan pada sel-sel daging dan dapat menyebabkan penurunan mutu daging serta mempersingkat daya simpan daging. (Rahayu et al., 2022). Dikarenakan daging yang mempunyai kadar air yang begitu tinggi yaitu antara 68-75%, karbohidrat yang dapat mengalami fermentasi, kaya dengan mineral, pH yang disukai sejumlah bakteri (5,3-6,5), serta faktor-faktor yang memenuhi syarat untuk bakteri dapat berkembang termasuk bakteri perusak. Penurunan kualitas daging umumnya disebabkan karena kurang baiknya penanganan sehingga adanya celah bagi pertumbuhan mikroba perusak yang menyebabkan turunnya daya simpan serta nilai gizi dari daging tersebut. (Prasetya et al., 2019). Dari uraian tersebut dapat diasumsikan bahwa kebusukan dari pangan olahan daging berasal dari aktivitas mikroba yang dikarenakan penanganan dan penyimpanan yang kurang baik.

Penentuan Orde Reaksi

Urutan reaksi untuk analisis umur simpan produk diasumsikan orde satu atau disebut orde reaksi, yaitu produk pangan yang disimpan mengalami kerusakan akibat dari mikroorganisme maupun bakteri. Produk pangan dengan tinggi gizi akan rentan dengan bakteri seperti produk bartoz spicy wing original dan bartoz sosis ayam original. Produk pangan dengan gizi yang tinggi dapat menjadi sasaran

pertumbuhan bakteri karena memiliki AW (Activity Water), Untuk nilai K ditentukan dengan rumus dibawah ini:

$$k = -[\ln (Qt/Q0)] / t$$

Penentuan Laju Penurunan Mutu (K) dan Asumsi Indeks Penurunan Mutu

Pada proses ini dapat diguna $\ln (Qt/Q0)$ dan membutuhkan nilai K untuk menentukan rumus tersebut. Kemasan produk yang digunakan tidak mencantumkan data mutu awal atau mutu akhirnya, dengan ini dapat diasumsikan secara organoleptik, yaitu Q_0 adalah 1 sedangkan Q_t (Indeks mutu kritis) diasumsikan dengan 0,4. Maka di dapatkan nilai penurunan indeks mutu ($Qt/Q0$) sebesar 0,91629.

Nilai K yang didapatkan dari masing-masing suhu pada setiap produk yang digunakan, seperti berikut:

1. Bartoz Spicy Wing Original

Berikut merupakan perhitungan nilai k chicken wing original.

Tabel 3. Perhitungan Nilai K chicken wing Original

t (hari)	k (hari)
1	0.91629
30	0.03054
270	0.00339

2. Bartoz Sosis Ayam Original

Berikut merupakan perhitungan nilai k sosis ayam original.

Tabel 4. Perhitungan Nilai K Sosis Ayam Original

t (hari)	k (hari)
1	0.91629
30	0.03054
270	0.00339

Pemodelan Arrhenius

Metode ASLT merupakan proses penilaian kualitas suatu produk dengan mengamati perubahan parameter kritis. Metode ini memanfaatkan situasi lingkungan yang dapat memperlambat mutu produksi pangan. Produk pangan dibuat dalam keadaan ekstrim, sehingga panas mengubah parameter pentingnya. Dengan metode ini, kondisi produk diubah dari keadaan normalnya sehingga produk leboh mudah untuk rusak dan penentuan masa simpan dapat ditetapkan. (Arif, 2016).

Setelah mendapatkan nilai K, tahap selanjutnya ialah permodelan Arrhenius yaitu kurva yang menyatakan hubungan $\ln K$ dan $1/T$ yang dimana nilai T atau suhu ini dijelaskan dalam bentuk satuan Kelvin. Dari dua prodak yang digunakan yaitu spicy wings original dan sosis ayam original bermerek BARTOZ, keduanya memiliki suhu dan lamanya penyimpanan yang sama, sehigga data permodelan Arrhenius yang didapatkan adalah sebagai berikut.

Tabel 5. Permodelan arhenius kedua produk

t (hari)	k (hari)	ln k	T (°C)	T (°K)	1/T
1	0,91629	-0,087422	25	298	0,00336
30	0,03054	-3,488619	0	273	0,00366
270	0,00339	-5,685844	-18	255	0,00392

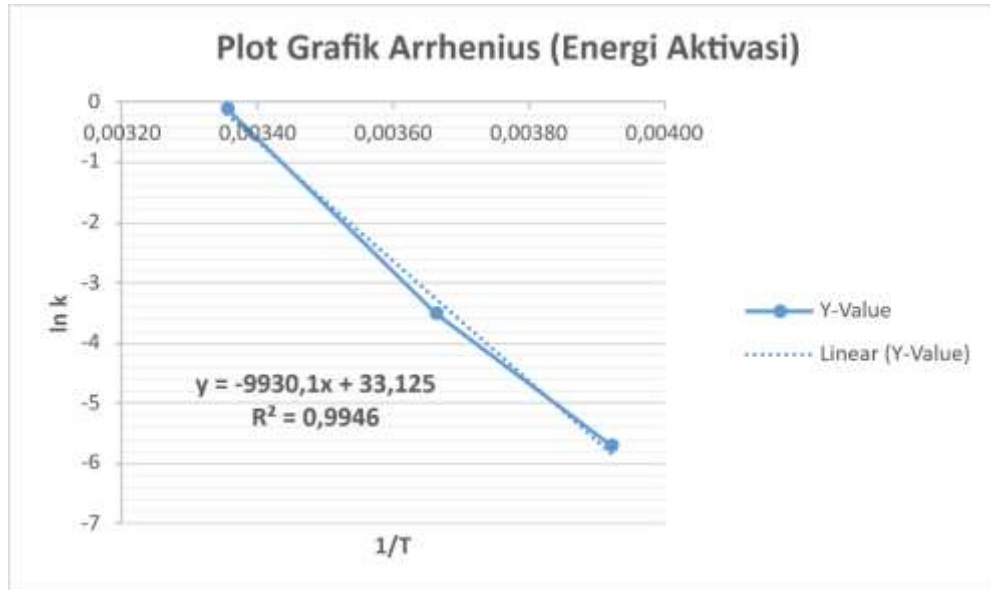
Kurva Hubungan $\ln k$ dan $1/T$

Konstruksi kurva ini berlandaskan pada penentuan nilai intersep dan kemiringan dari persamaan regresi linier $\ln K = \ln K_0 - (E_a/R)(1/T)$. Nilai $1/T$ dan $\ln K$ pada kedua produk didapatkan sebagai berikut.

Tabel 6. Data $1/T$ dan $\ln K$ kedua produk

1/T	ln K
X-Value	Y-Value
0,00336	-0,0874
0,00366	-3,4886
0,00392	-5,6858

Berdasarkan data yang didapati dari ln k dan 1/T kedua produk tersebut, didapat kurva hubungan antara 1/T dan ln K.



Gambar 3. Plot grafik arrhenius

Pengujian Arrhenius

Berdasarkan persamaan-persamaan yang sudah didapatkan, sehingga hasil pendugaan masa simpan produk spicy wings original dan sosis ayam original dengan menggunakan pengujian Arrhenius sebagai berikut..

$$t = - [\ln (Qt/Q0)]/k$$

Sehingga didapatkan pendugaan masa simpan produk spicy wings original dan sosis ayam original dengan pendekatan Arrhenius sebagai berikut.

Tabel 7. Pengujian arrhenius spicy wings original dan sosis ayam original

T (°C)	T(K)	1/T	Ln K0	EA/R	Ln K	K (=e^Ln K)	t (hari)
25	298	0,003355705	33,125	9930	-0,197147651	0,821069393	1,115972
0	273	0,003663004	33,125	9930	-3,248626374	0,038827506	23,59901
-18	255	0,003921569	33,125	9930	-5,816176471	0,002978974	307,586
30	303	0,00330033	33,125	9930	0,352722772	1,422936611	0,643943

Perbandingan Masa Simpan Label dengan Masa Simpan Perhitungan Arrhenius

Setelah dilakukan pengujian terhadap dugaan masa simpan dari produk bartoz chicken wing dan sosis ayam, berdasarkan model arhenius didapatkan hasil perhitungan yang memiliki perbedaan dari data yang tertera pada kemasan terlihat pada tabel berikut.

Tabel 8. Perbandingan Masa Simpan Label dengan Perhitungan Model Arrhenius

T (°C)	T (°K)	Masa Simpan (hari)	
		Label	Perhitungan
25	298	1	1,11
0	273	30	23,60
-18	303	270	307,59

Pengujian pada Suhu Lain

Pendugaan masa penyimpanan kepada produk olahan makanan beku ini berasal dari data yang diperoleh dari label produk kemasan yang tertera pada produk olahan makanan beku yang dianalisis dan selanjutnya dilakukan perbandingan antara masa penyimpanan yang tercantum di produk pembungkus dengan hitungan yang sesuai pada petunjuk informasi suhu yang dihasilkan. Selain itu dilakukan juga uji perbandingan pada suhu lain untuk melihat bagaimana suhu dapat mempengaruhi masa simpan produk. Hasil pengujian yang diperoleh tertera pada tabel berikut.

Tabel 9. Pengujian Kedua Produk Pangan Beku di Suhu 30°C

T (°C)	T(K)	1/T	Ln K0	EA/R	Ln K	K (=e ^{Ln K})	t (hari)
30	303	0,00330033	33,125	9930	0,352722772	1,422936611	0,643943465

Spicy Wings Bartoz & Sosis Ayam Bartoz merupakan produk yang digunakan untuk analisis pendugaan masa simpan dengan cara menghitung laju penurunan mutu melalui penerapan model Arrhenius. Produk tersebut keduanya mengandung bahan baku dasar berupa daging ayam yang seperti diketahui bahwa produk ini mempunyai aw yang tinggi. Diketahui bahwa kadar air daging ayam segar berkisar antara 70-75%. (Saputri et al., 2023). Air merupakan konstituen utama cairan

ekstraseluler yang didalamnya terdapat senyawa kimia baik yang dapat tersuspensi maupun terlarut. Air sebagai medium transportasi yang terdapat dalam serat daging, dengan begitu kadar air mempunyai andil yang besar terhadap kelangsungan hidup organisme mikroskopis. (Indriyani et al., 2019). Selain itu, kandungan gizi yang tinggi pada daging ayam seperti protein, vitamin dan mineral, membuat daging ayam mudah mengalami kerusakan. (Liur, 2020). Untuk itu perlu dilakukan pengawasan dan pengendalian mutu secara menyeluruh dari bahan baku hingga menjadi produk sehingga menghasilkan produk dengan mutu yang baik. (Maulina et al., 2022).

Daya tahan kedua produk olahan pangan beku ini cukup lama hingga 9 bulan lamanya atau setara kurang lebih 270 hari, dengan syarat perlakuan penyimpanan dilakukan sesuai dengan intruksi suhu penyimpanan yang tertulis di informasi label kemasan. Dapat disimpulkan bahwa suhu mempunyai dampak yang signifikan terhadap perubahan kondisi mutu produk selama periode penyimpanan untuk kedua produk ini. Peningkatan suhu, tingkat kelembapan, serta jumlah oksigen yang tersedia merupakan faktor-faktor yang dapat mempercepat kerusakan produk. (Hastuti et al., 2023). Untuk mengetahui kepastian dugaan pada suhu ke berapa yang paling lama dalam mempertahankan masa simpan produk olahan pangan beku ini dapat dilakukan pengujian dengan model Arrhenius.

Penurunan suhu dapat menyusutkan energi potensial yang dimiliki oleh suatu zat sehingga mengakibatkan tumbukan antara molekul zat satu dengan yang lainnya terjadi dapat diperlambat (untuk kejadian ini merupakan peningkatan populasi mikroba), yang dapat dengan mudah untuk memulai terjadinya suatu reaksi. Untuk kedua jenis produk ini, tumbukan-tumbukan yang terjadi antar molekul zat yang berlangsung di suhu ruang (25°C) jauh lebih cepat terjadi jika dibandingkan di suhu pendinginan (0°C) maupun di suhu pembekuan (-18°C) sehingga laju kerusakan juga semakin cepat terjadi. (Amalia, 2012). Dapat dilihat pada perbandingan hasil antara pada label kemasan yang tercantum dengan hasil perhitungan. Pada suhu penyimpanan 25°C di label kemasan tertera akan tahan selama 1 hari sedangkan pada

hasil perhitungan terjadi sedikit kenaikan menjadi 1,11 hari. Untuk suhu penyimpanan 0°C dan -18°C terjadi ketidaksesuaian hasil, di mana pada suhu 0°C pada label kemasan tercantum akan tahan selama 30 hari namun pada hasil perhitungan terjadi penurunan yang hanya bertahan selama 23,60 hari sedangkan pada suhu -18°C terjadi kenaikan di mana pada label kemasan tercantum akan tahan selama 270 hari namun pada hasil perhitungan selama 307,59 hari. Selain itu dilakukan juga perhitungan pendugaan pada suhu lain di 30°C yang hasilnya dapat bertahan selama 0,6439 hari. Jadi dapat diketahui bahwa suhu mempunyai dampak yang signifikan terhadap perubahan kondisi mutu produk selama periode penyimpanan, laju reaksi senyawa kimia yang terdapat di dalam bahan pangan akan berlangsung meningkat secara cepat apabila terjadi peningkatan suhu selama penyimpanan. Penggunaan suhu penyimpanan yang berbeda-beda mampu mempercepat ataupun menghambat reaksi kimia, pertumbuhan mikroba atau reaksi enzimatik pada jenis-jenis produk tertentu. (Warisin et al., 2024).

Semakin rendah suhu penyimpanan yang ditetapkan hingga mencapai suhu pembekuan maka produk ini memiliki ketahanan simpan dengan jangka waktu yang lebih lama jika dibandingkan dengan suhu ruang maupun suhu pendinginan. Untuk memperlambat aktivitas enzimatik maupun mikroba dilakukannya penyimpanan bersuhu rendah yaitu secara lazim memiliki tujuan untuk memperlama masa simpan pangan agar tidak mudah rusak. Pada proses pembekuan, kristal es yang terbentuk berpengaruh terhadap perubahan kualitas bahan pangan segar setelah terkena perlakuan tersebut. Di dalam ruang ekstraseluler terjadi pembentukan kristal es dengan ukuran besar saat pembekuan yang berlangsung lambat. Struktur mikro pada bahan pangan akan rusak apabila ukuran kristal es terlalu besar sehingga akan terjadi perubahan terhadap sifat kimia maupun fisik pada bahan pangan tersebut. Rusaknya struktur sel yang terjadi akibat dari pembekuan merupakan permasalahan yang rumit karena mencakup beberapa hal yang terjadi dalam satu waktu secara bersamaan, di antaranya adalah perubahan tekanan osmosis, pemecahan komponen-komponen

polimer penyusun dinding sel, serta membran sel mengalami lisis. Lebih lanjut, pembekuan juga mampu mendorong terjadinya kerusakan struktural yang diakibatkan oleh pembentukan kristal es, terutama kristal es intraseluler kecil yang terbentuk karena cepatnya laju pembekuan. (Lilipaly et al., 2023).

KESIMPULAN

Pendugaan umur simpan pada produk sosis ayam dan spicy wings dalam beberapa suhu penyimpanan menghasilkan pendugaan yang berbeda antara label kemasan dengan perhitungan menggunakan metode ASLT Model Arrhenius. Jadi suhu sangat berpengaruh terhadap laju reaksi baik itu mempercepat atau menghambat mutu produk dengan begitu dapat mengetahui kapan produk tersebut sudah mulai mengalami kerusakan atau belum.

REFERENSI

- Amalia, U. (2012). Pendugaan Umur Simpan Produk Nugget Ikan Dengan Merk Dagang Fish Nugget "So Lite". *Jurnal Saintek Perikanan*, 8(1), 27–31.
- Arif, A. Bin. (2016). Metode Accelerated Shelf Life Test (ASLT) dengan Pendekatan Arrhenius dalam Pendugaan Umur Simpan Sari Buah Nanas, Pepaya dan Cempedak. *Informatika Pertanian*, 25(2), 189–198.
- Asiah, N., Cempaka, L., Ramadhan, K., & Matatula, S. H. (2020). *Prinsip Dasar Penyimpanan Pangan Pada Suhu Rendah* (1st Ed.). Penerbit Nas Media Pustaka.
- Hastuti, A., Rahmawati, A., Muhareza, I., Choironi, N., Pradita, R. F., & Muthiatulmillah, S. (2023). Pendugaan Umur Simpan Produk Pangan Beku dalam Kemasan dengan Menggunakan Metode Accelerated Shelf Life Testing (ASLT) Model Arrhenius. *Karimah Tauhid*, 2(3), 665–678.
- Indriyani, D. P., Tyasningsih, W., & Praja, R. N. (2019). Isolasi dan Identifikasi Salmonella Pada Daging Sapi Di Rumah Potong Hewan Banyuwangi. *Jurnal Medik Veteriner*, 2(2), 83–88.

- Lilipaly, E., Pattikayhatu, E. B., & Effendy, E. (2023). Efisiensi Water Misting System dalam Mempertahankan Kualitas Sayur. *Jurnal Simetrik*, 13(1), 650–655.
- Liur, I. J. (2020). Kualitas Kimia dan Mikrobiologis Daging Ayam Broiler Pada Pasar Tradisional Kota Ambon. *Al-Hayat: Journal Of Biology And Applied Biology*, 3(2), 59–66.
- Maulina, D. E., Daryono, & Purwanti, Y. (2022). Pengawasan Mutu Pada Proses Pengolahan Di Umkm Kopi Pulosari Cap Tugu Juang. *Journal Of Technology And Food Processing*, 2(02), 12–18.
- Nurman, Wahyuni, S., & Faradilla, Rh. F. (2025). Pendugaan Umur Simpan Beberapa Minuman Instan Menggunakan Metode Akselerasi: Studi Kepustakaan. *Jurnal Riset Pangan*, 3(1), 101–107.
- Prasetya, L. A., Pagala, M. A., & Tamrin. (2019). Pengaruh Perendaman Asap Cair Tempurung Kelapa Terhadap Sifat Fisik dan Masa Simpan Daging Sapi. *J. Sains Dan Teknologi Pangan*, 4(6), 2605–2620.
- Rahayu, N. P. T. A., Agustina, K. K., & Swacita, I. B. N. (2022). Pengaruh Lama Peletakan Pada Suhu Ruang Terhadap Nilai Ph Dan Total Bakteri Daging Sapi Bali. *Buletin Veteriner Udayana*, 14(3), 217–224.
- Saputri, D. E., Ahmad, U., & Pujantoro, L. (2023). Shelf-Life Estimation Of The Red Ginger Powder In Paper Kraft Packaging Using ASLT Method Arrhenius Model. *Jurnal Keteknik Pertanian*, 11(3), 318–331.
- Warisin, C., Wahyuni, S., & Faradilla, Rh. F. (2024). Pendugaan Umur Simpan Produk Buah Menggunakan Metode ASLT (Accelerated Shelf Life Testing): Kajian Pustaka. *Jurnal Riset Pangan*, 2(2), 127–134.