

Analisis Pendugaan Umur Simpan Produk Pangan Beku dalam Kemasan Menggunakan Metode *Accerelated Shelf Life Testing* (ASLT) Model Arrhenius

Arti Hastuti^{1*}, Agnia Rahmawati¹, Ilham Muharexa¹, Nida Choironi¹, Reyna Fatma Pradita¹ dan Siti Muthiatulmillah¹

¹ Jurusan 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

Pengembangan IPTEK membantu dalam menjaga kualitas dari bahan pangan, dengan menganalisis kesesuaian umur simpan produk pangan beku, bermanfaat dalam menentukan masa kedaluarsa dan mutu dari produk pangan beku. Analisis pendugaan umur simpan ini menggunakan metode ASLT pendekatan Arrhenius, dengan mengidentifikasi penyimpanan yang tercantum pada label kemasan. Data yang tertera pada kemasan yang akan di gunakan sebagai parameter uji pendugaan umur simpan, pada suhu 25°C lama penyimpanan 1 hari, 5°C selama 30 hari, dan suhu -20°C selama 1 tahun, pada kedua produk komersial yaitu merek "Sausages" dan "Chicken Nugget". Serta ada penambahan suhu penyimpanan yaitu 30°C. Hasil yang didapatkan bahwa masa simpanan produk yang paling lama ada pada suhu -20°C yaitu selama 476,7159 hari (1 tahun 3 bulan), sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin rendah suhu yang digunakan maka daya simpan produk akan semakin lama.

Kata Kunci: Accerelated shelf life testing (ASLT) model arrhenius, Umur simpan, Pangan beku, Chicken Nugget, Sausages.

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi sangat berdampak pada sektor pangan global. Teknologi pengawetan bahan makanan menjadi salah satu dampak pengembangan IPTEK yang sangat merubah sistem pengelolaan pangan. Sifat bahan pangan atau produk olahan pangan yang cenderung mudah rusak, dapat diminimalisir dengan adanya teknologi pengawetan, dimana salah satu cara pengawetan yang paling mudah adalah melalui pembekuan (Hamidy et al., 2021). Pembekuan akan menghambat kinerja mikroorganisme patogen yang dapat merusak produk pangan sehingga laju kerusakan produk pangan juga terhambat (Alsailawi et al., 2020). Teknologi pembekuan juga mempermudah konsumsi pangan ditengah kesibukan yang tidak terkontrol. Produk pangan yang dibekukan memerlukan waktu yang relatif singkat pengolahannya untuk sampai dikonsumsi. Produk demikian terkenal dengan sebutan *frozen food* (Novita, 2022).

Frozen food atau produk pangan beku adalah produk olahan pangan yang bersifat instan dan dibekukan, memiliki umur simpan yang relatif lama, serta mudah dalam pengolahan dan penyajiannya (Santoso et al., 2018). Teknologi pengawetan yang diterapkan adalah dengan menurunkan suhu penyimpanan hingga titik bekunya supaya menurunkan laju pembusukan (Mangisah et al., 2020). Pergeseran atau perubahan gaya hidup masyarakat berpengaruh terhadap gaya makannya (*food style*), dimana masyarakat saat ini cenderung menyukai dan lebih memilih produk pangan yang praktis, siap saji, mudah didapat, mudah dimasak, dan hemat waktu tanpa meninggalkan aspek kehygienisan produk. Kondisi tersebut semakin memperluas peluang pasar produk pangan beku (Amalia et al., 2021).

Dari sekian banyak produk *Frozen Food* yang beredar di masyarakat, Nugget dan Sosis merupakan salah produk yang paling sering ditemui dan paling banyak digemari. Nugget merupakan produk olahan daging yang digiling, dibumbui, kemudian permukaannya dilumuri perekat tepung dan dilapisi tepung roti untuk selanjutnya dibekukan atau langsung digoreng (Alghifari & Azizah, 2021).

Sedangkan sosis merupakan pangan olahan daging yang dicincang, dibumbui, kemudian dikemas dalam selongsong sosis yang sifatnya sintetis atau organik dan diawetkan dengan suhu beku (Rahmawati et al., 2022).

Meskipun pembekuan dapat membuat produk pangan menjadi awet dan tahan lama, penyimpanan yang terlalu lama justru akan menyebabkan kerusakan terhadap pangan. Umumnya *Frozen Food* dalam kondisi yang masih terkemas rapat sedari produsennya memiliki umur simpan kurang lebih 3 bulan (Domili et al., 2021) dengan suhu penyimpanan optimum -18°C . Produk yang disimpan pada suhu yang lebih tinggi atau yang lebih rendah akan semakin memungkinkan adanya kerusakan produk.

Pendugaan umur simpan dan penentuan waktu kadaluarsa dapat ditentukan melalui metode *Accelerated Shelf-life Testing* (ASLT) yang pada prinsipnya merupakan aplikasi kinetika kimia, yaitu pendekatan Arrhenius yang memperhitungkan pengaruh suhu terhadap laju kerusakan produk (Syska et al., 2023). Dengan demikian, maka penyusunan artikel ini bertujuan untuk menganalisis kesesuaian umur simpan produk pangan beku pada kemasan dengan pendugaan umur simpan menggunakan metode ASLT dengan pendekatan Arrhenius.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengkaji umur simpan bahan pangan berdasarkan parameter yang diukur secara kuantitatif dengan menggunakan model *Accerelated Shelf Life Testing* (ASLT) model Arrhenius. Pengujian dilakukan dengan menggunakan produk yang berbeda yaitu *Sausages dan Chicken Nugget* yang disimpan dengan suhu 25°C dengan lama penyimpanan 1 hari, 5°C selama 30 hari, dan penyimpanan beku -20°C selama 1 tahun. Parameter yang diuji untuk pendugaan umur simpan *Sausages* dan *Chicken Nugget* yaitu suhu penyimpanan produk sesuai dengan kemasannya yaitu 25°C , 5°C dan -20°C serta penambahan suhu penyimpanan untuk diuji lama

penyimpanannya yaitu 30°C serta lama penyimpanan produk yang terdapat di kemasan kedua produk yang akan di analisis kesesuaian umur simpannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada produk pangan beku yang di analisis, di dapatkan data yang tertera pada kemasan yang akan di gunakan sebagai parameter uji pendugaan umur simpan, sebagai berikut.

1. Sausages

Tabel 1. Lama Penyimpanan dan Suhu Penyimpanan Sausages

Lama Penyimpanan	Suhu Penyimpanan
1 hari	25 °C
30 hari	5 °C
365 hari	- 20 °C

2. Chicken Nugget

Tabel 2. Lama Penyimpanan dan Suhu Penyimpanan Chicken Nugget

Lama Penyimpanan	Suhu Penyimpanan
1 hari	25 °C
30 hari	5 °C
365 hari	- 20 °C

Identifikasi Mutu Kritis Produk

Kedua produk yang akan di analisis umur simpannya merupakan produk dengan menggunakan bahan baku daging, dimana menurut Hedrick (1994), daging dan olahan turunannya sangat cepat rusak dan busuk. Kerusakan dan kebusukan yang di alami oleh produk turunan daging tersebut dapat di sebabkan oleh mikroba. Mikroba di dalam daging dapat tumbuh lebih banyak atau lebih sedikit tergantung pada kandungan air daging tersebut. Ketika terlalu banyak kelembapan di udara,

mikroba seperti bakteri dan jamur dapat tumbuh dengan sangat baik. Mereka membutuhkan udara lebih dari 85% basah untuk tumbuh, tidak jauh berbeda dengan kandungan air pada daging ayam yaitu sekitar 65-80% (Forrest, 1975). Air merupakan konstituen utama cairan ekstrak seluler, karena memiliki banyak senyawa kimia terlarut dan juga tersuspensi. Air juga merupakan alat transportasi untuk serat daging sehingga kadar airnya sangat penting untuk pertumbuhan mikroorganisme. Selain memiliki Aw yang cukup tinggi, juga memiliki kandungan nutrisi dari olahan daging yang digunakan. Pada saat jumlah bakteri perusak sudah banyak maka produk akan mengalami kerusakan. Maka, dapat di asumsikan kedua produk olahan daging yang akan di analisis ini dapat rusak teksturnya dan mengalami kebusukan di karenakan adanya aktivitas mikroorganisme.

Penentuan Orde Reaksi

Orde reaksi produk yang akan di analisis umur simpannya adalah dengan mengasumsikan sebagai orde pertama yang pendugaan kerusakan produk selama penyimpanan di karenakan adanya aktivitas mikroorganisme seperti mikroba dan bakteri. Kedua produk ini masih rentan terhadap pertumbuhan bakteri karena nutrisi yang tinggi di sebabkan produk *Sausages* dan *Chicken Nugget* merupakan turunan olahan daging dengan Aw > 0,85. Karena digunakan orde pertama sebagai acuan dalam pendugaan kerusakan produk, maka nilai k dapat di tentukan dengan menggunakan rumus berikut.

$$\ln (Q_t/Q_0) = -kt \quad \longrightarrow \quad k = - [\ln (Q_t/Q_0)]/t$$

(Toledo, 2007)

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

Dalam penentuan nilai k dibutuhkan nilai ln (Q_t/Q₀), sedangkan tidak di temukan data mutu awal dan mutu akhir pada kemasan produk yang akan di analisis, sehingga dapat di asumsikan secara organoleptik dengan menggunakan rentang bahwa indeks mutu awal produk (Q₀) adalah sama dengan 1. Sedangkan indeks mutu kritis (Q_t) dapat di asumsikan 0,4. Maka, di dapatkan nilai penurunan

$$k = - [\ln (Q_t/Q_0)]/t = - [\ln (0,4)]/t \dots\dots\dots 1)$$

indeks mutu (Q_t/Q_0) sebesar $0,4/1 = 0,4$ dan nilai $\ln(0,4) = -0.916290731874$. Sehingga nilai k dapat di cari dengan rumus berikut.

Sehingga di peroleh nilai k dari setiap suhu adalah sebagai berikut.

1. Sausages

Tabel 3. Perhitungan Nilai k Sausages

t (hari)	k
1	0,916290732
30	0,030543024
365	0,002510386

2. Chicken Nugget

Tabel 4. Perhitungan Nilai k Chicken Nugget

t (hari)	k
1	0,916290732
30	0,030543024
365	0,002510386

Pemodelan Arrhenius

Metode ASLT ialah teknik menentukan masa simpan produk dengan mempercepat perubahan mutu pada parameter kritis. Teknik ini memakai kondisi lingkungan yang dapat mempercepat reaksi penurunan mutu produk pangan (Arpah & Syarief, 2000). Estimasi masa simpan produk dapat dilakukan dengan berbagai metode, termasuk menggunakan kinetika seperti model paruh waktu dan model Arrhenius (Dermensonlougrou et al., 2008).

Setelah di dapatkan nilai k , dibuat pemodelan Arrhenius yaitu kurva hubungan $\ln k$ dengan $1/T$, dimana nilai T adalah temperatur yang di uji dalam

satuan suhu Kelvin. Di karenakan data dari produk *Sausages* dengan *Chicken Nugget* memiliki kesamaan suhu dan lama penyimpanan, maka data pemodelan Arrhenius dari kedua produk tersebut di peroleh sebagai berikut.

Tabel 5. Pemodelan Arrhenius Produk *Sausages* dan *Chicken Nugget*

t (hari)	k (hari)	ln k	T (°C)	T (°K)	1/T
1	0,91629	-0,08742	25	298	0,0034
30	0,03054	-3,48862	5	278	0,0036
365	0,00251	-5,98732	-20	253	0,004

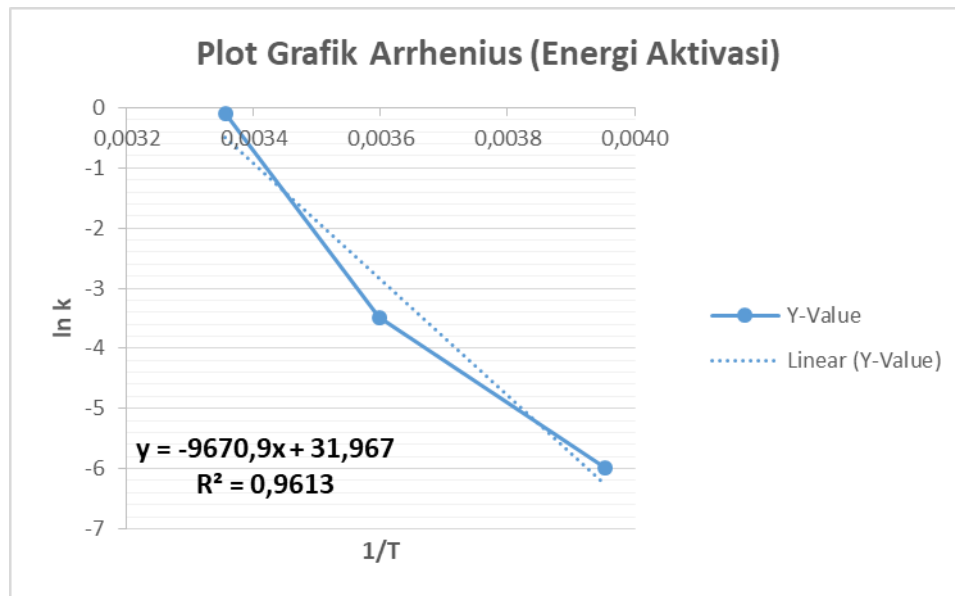
Kurva Hubungan ln k dan 1/T

Pembuatan kurva ini di dasari untuk mendapatkan nilai intersep dan slope dari persamaan regresi linier $\ln k = \ln k_0 - (E_a/R)(1/T)$ dimana $\ln k_0 =$ intersep, $E_a/R =$ slope, $E_a =$ energi aktivasi, dan $R =$ konstanta gas ideal. Persamaan tersebut merupakan model umum Arrhenius. Dari pemodelan Arrhenius, di peroleh ln k dan 1/T dari kedua produk, yaitu sebagai berikut.

Tabel 6. Data 1/T dan ln k dari Kedua Produk

1/T	Ln K
X-Value	Y-Value
0,0034	-0,0874
0,0036	-3,4886
0,0040	-5,9873

Berdasarkan data 1/T dan ln k yang di dapatkan dari kedua produk yang akan di duga umur simpannya menggunakan model Arrhenius, maka dapat dibuat kurva antara hubungan 1/T dengan ln k tersebut sebagai berikut.



Gambar 1. Plot Grafik Arrhenius (Energi Aktivasi)

Dari kurva diatas, di peroleh persamaan regresi linier $\ln k = \ln k_0 - (E_a/R)(1/T)$ atau sama dengan $y = 31,967 - 9670,9x(1/T)$, dimana persamaan tersebut merupakan model umum Arrhenius. Dan menggunakan persamaan tersebut, dilakukan pengujian Arrhenius.

Pengujian Arrhenius

Berdasarkan persamaan yang di dapat, maka di peroleh pendugaan umur simpan produk *Sausages* dan *Chicken Nugget* menggunakan pendekatan Arrhenius sebagai berikut.

Tabel 7. Pengujian Model Arrhenius *Sausages* dan *Chicken Nugget*

T (°C)	Suhu (°Kelvin)	1/T	Ln K0	EA/R	Ln K	K	Umur Simpan t (hari)
25	298	0,003355705	31,967	9670	-0,48266735	0,617135079	1,484749
5	278	0,003597122	31,967	9670	-2,81716974	0,059774882	15,32903
-20	253	0,003952569	31,967	9670	-6,25434223	0,00192209	476,7159

Perbandingan Umur Simpan Label dengan Umur Simpan Perhitungan Arrhenius

Setelah di lakukan pengujian pendugaan umur simpan pada produk pangan beku *Sausages* dan *Chicken Nugget*, di peroleh umur simpan produk sesuai dengan perhitungan model Arrhenius. Terdapat selisih perbedaan banyaknya hari untuk penyimpanan kedua produk pangan beku tersebut antara data yang ada di label kemasan dengan banyaknya hari yang di dapat dari hasil perhitungan, antara lain sebagai berikut.

Tabel 8. Perbandingan Umur Simpan Label dengan Perhitungan Model Arrhenius

T (°C)	T (°K)	Umur Simpan (hari)	
		Label	Perhitungan
25	298	1	1,48
5	278	30	15,33
-20	253	365	476,72

Pengujian di Suhu Lain

Pendugaan umur simpan terhadap produk pangan beku ini di dasarkan pada data yang di dapat dari label kemasan produk pangan beku yang di analisis dan kemudian di bandingkan antara umur simpan yang ada di kemasan dengan perhitungan sesuai dengan keterangan suhu yang di dapat. Namun, di lakukan pengujian di suhu lain untuk mengetahui apakah suhu berpengaruh terhadap umur simpan produk. Di peroleh data sebagai berikut.

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

T (°C)	Suhu (°Kelvin)	1/T	Ln K0	EA/R	Ln K	K	t (hari)
30	303	0,00330033	31,967	9670	0,0528089	1,054228163	0,869158

Pada kasus ini, produk yang digunakan yaitu "*Sausages*" dan "*Chicken Nugget*" yaitu salah satu produk yang diduga umur simpannya dengan mengukur laju penurunan mutu, dengan menggunakan model Arrhenius.



Gambar 3. Chicken Nugget



Gambar 2. Sausages

Dapat diketahui bahwa kedua produk ini memiliki kandungan olahan daging, sehingga mempunyai Aw yang tinggi. Menurut Soeparno (1994), daging sapi mengandung air sekitar 65-85%. Tidak jauh berbeda dengan kandungan air pada daging ayam yaitu sekitar 65-80% (Forrest 1975). Air merupakan konstituen utama cairan ekstrak seluler, karena memiliki banyak senyawa kimia terlarut dan juga tersuspensi. Air juga merupakan alat transportasi untuk serat daging sehingga kadar airnya sangat penting untuk pertumbuhan mikroorganisme. Selain memiliki Aw yang cukup tinggi, juga memiliki kandungan nutrisi dari olahan daging yang digunakan. Pada saat jumlah bakteri perusak sudah banyak maka produk akan mengalami kerusakan, dalam menjaga kualitas produk yang dihasilkan agar dapat bersaing dipasaran yang dapat diaplikasikan oleh pemilik usaha dan tim produksi produk dengan menerapkan pengawasan mutu produk akhir (Hastuti et al, 2022).

Pada kedua produk ini, daya awet produk cukup lama yaitu hingga 1 tahun. Dengan catatan suhu yang digunakan sesuai dengan perlakuan yang ada di kemasan. Berdasarkan hal ini, suhu penyimpanan berpengaruh terhadap daya simpan kedua produk ini. Menurut Soeparno (1994), kerusakan bisa dipercepat, apabila terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi, diantaranya kenaikan suhu, kelembaban, serta ketersediaan oksigen. Untuk mengetahui kebenaran dugaan

umur simpan dari kedua produk ini maka digunakan pengujian model Arrhenius, untuk mengetahui suhu yang paling lama mempertahankan masa simpannya.

Dapat diketahui bahwa penurunan suhu akan menurunkan energi potensial suatu zat sehingga memperlambat terjadinya tumbukan antara molekul zat tersebut, dalam kasus ini yaitu pertumbuhan mikroba, yang efektif dapat terjadinya reaksi. Pada kedua produk ini, tumbukan-tumbukan molekul zat pada suhu rendah memiliki kerusakan yang cukup lama, yaitu pada suhu -20°C sekitar 476,7159 hari, biasanya pada suhu ini pertumbuhan bakteri akan terhenti. Sedangkan pada suhu yang paling tinggi jika dilihat dari kemasan yaitu 25°C , memiliki laju kerusakan yang lebih cepat dimana saran penyimpanan oleh kedua produsen produk tersebut adalah hanya 1 hari. Sehingga semakin tinggi suhu maka masa simpannya akan semakin cepat. Dikarenakan suhu tinggi dapat mempercepat proses respirasi, dibandingkan dengan suhu rendah. Hal ini di buktikan dengan pengujian pendugaan umur simpan kedua produk terhadap suhu yang lebih tinggi yaitu 30°C . Dimana pada suhu penyimpanan yang semakin tinggi ini, di dapatkan umur penyimpanan produk kurang dari 1 hari, yaitu hanya 0,869158 hari.

Perbandingan masa simpan dari perhitungan model Arrhenius di dapatkan masa simpan yang hampir sama dengan masa simpan yang tercantum dalam label kemasan. Pada suhu 25°C umur simpan antara perhitungan dan label kemasan yaitu hanya mempunyai selisih yang sedikit, yaitu pada label kemasan 1 hari sedangkan pada hasil perhitungan di dapatkan 1,48 hari. Untuk suhu 5°C didapatkan pada perhitungan yaitu 15,33 hari, sedangkan pada label 30 hari. Kemudian pada suhu -20°C didapatkan dalam perhitungan yaitu 476,72 hari, sedangkan pada label 365 hari.

Perbedaan umur simpan produk yang semakin panjang pada suhu -20°C membuktikan bahwa penyimpanan pada suhu rendah hingga suhu beku akan memperpanjang umur simpan produk. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Khomsan (2004), bahwa jamur dan bakteri memiliki aktivitas air (a_w) dari 0,87 hingga 0,80. Kualitasnya dapat dipertahankan dengan menyimpannya pada suhu rendah dalam jangka waktu singkat atau beberapa hari, dan dapat bertahan hingga

satu tahun jika disimpan pada suhu beku. Penyimpanan pada suhu rendah dan beku juga dapat menghancurkan mikroba pembusuk. Pada suhu rendah dan beku, terjadi peningkatan konsentrasi padatan intraseluler yang mengakibatkan perubahan fisik dan kimia pada sel bakteri dan fungi yang menyebabkan busuk. Perbedaan dari hasil tersebut tidak menutup kemungkinan bahwa, jika suhu yang digunakan semakin rendah maka daya simpan produk akan semakin lama.

KESIMPULAN

Dapat diketahui pendugaan umur simpan dari produk *frozen food* (*Chicken Nugget & Sausages*) dengan menggunakan metode ASLT model Arrhenius pada suhu 25°C umur simpan antara perhitungan dan label kemasan hanya mempunyai selisih yang sedikit, yaitu pada label kemasan 1 hari sedangkan pada hasil perhitungan di dapatkan 1,48 hari. Pada suhu 5°C didapatkan 15,33 hari dan pada suhu -20°C didapatkan dalam perhitungan yaitu 476,72 hari (1 tahun 3 bulan). Suhu penyimpanan sangat mempengaruhi daya simpan kedua produk tersebut karena berpengaruh terhadap aktivitas bakteri. Selain suhu penyimpanan, kelembaban serta ketersediaan oksigen juga berpengaruh terhadap umur simpan produk.

REFERENSI

- Alghifari, V., & Azizah, D. (2021). Perbandingan Tepung Kentang dan Tepung Terigu Terhadap Karakteristik Nugget. *Jurnal Edufortech*, 6(1), 16–25.
- Alsailawi, H. A., Mudhafar, M., & Abdulrasool, M. M. (2020). Effect of Frozen Storage on the Quality of Frozen Foods—A Review. *Journal of Chemistry and Chemical Engineering*, 14(3), 86–96.
- Amalia, S. R., Bahar, A., Suhartiningsih, & Soeyono, R. D. (2021). Faktor Penentu Pemilihan Produk Pangan Beku (Frozen Food) pada Generasi Y dan Z di Masa Pandemi Covid – 19. *Jurnal Tata Boga*, 10(1), 213–222.
- Arpah, M., & Syarief, R. (2000). Evaluasi model-model pendugaan umur simpan

- pangan dari difusi hukum Frick Unidireksional. *Buletin Teknologi Dan Industri Pangan*, 16, 15–21.
- Hastuti, A., Lestari, T. A., & Fulazzaky, M. A. (2022). Assistance Of Quality Control Of Yoghurt Production Process. *Jurnal Qardhul Hasan*, 8(3), 237-241.
- Dermensonlougrou, E. K., Pougouri, S., & Taoukis, P. S. (2008). Kinetic study of effect of the osmotic dehydration pre-treatment to the shelf life of frozen cucumber. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 9, 542–549.
- Domili, I., Anasiru, M. A., Labatjo, R., & Nawai, F. (2021). Tingkat Kesukaan dan Umur Simpan Nugget Ikan Gabus (*Channa striata*) dengan Penambahan Jagung (*Zea mays* L). *Journal Health and Science*, 5(1), 133–145.
- Forrest. (1975). *Principle of Meat Science*. W.H. Freeman and Co.
- Hamidy, A. N., Sudiarti, & Prihandono, T. (2021). Analisis Pemahaman Mahasiswa Pendidikan Fisika Universitas Jember Pada Materi Teknologi Radiasi Ionizing dalam Pengawetan Bahan Pangan. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 10(4), 156–161.
- Hedrick, H. B. (1994). *Principles of Meat Science* (3rd ed.). Kendall/Hunt Publishing.
- Khomsan, A. (2004). *Pangan dan Gizi*.
- Mangisah, I., Sumarsih, S., Rizqiati, H., & Sam'ani. (2020). Pengembangan Usaha Peternakan Bebek dan Bandeng Melalui Diversifikasi Produk Olahan Beku di Era New Normal di Kabupaten Kendal. *Jurnal DIANMAS*, 9(1), 15–22.
- Novita. (2022). Pelatihan Pembuatan Produk Frozen Food pada Kelompok Usaha Bersama. *Jurnal Pengabdian Kompetitif*, 1(1), 9–17.
- Rahmawati, L., Tuswati, S. E., & Supranoto. (2022). Pengaruh Penambahan Buah Naga Merah (*Hylocereus polyhizus*) Terhadap Warna dan Tekstur Sosis Ayam. *Jurnal Media Peternakan*, 24(2), 23–35.
- Santoso, I., Mustaniroh, S. A., & Pranowo, D. (2018). Keakraban Produk Dan Minat Beli Frozen Food: Peran Pengetahuan Produk, Kemasan, dan Lingkungan Sosial. *Jurnal Ilmu Keluarga & Konsumen*, 11(2), 133–144.

Soeparno. (1994). *Ilmu dan Teknologi Daging*.

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. *Jurnal Rona Teknik Pertanian*, 6(1), 69–80.