

Pendugaan Umur Simpan Produk Frozen Food Menggunakan Metode ASLT Model Arrhenius terhadap Variasi Suhu Penyimpanan

Arti Hastuti¹, Fauzan Sabtaji², Fitriah Nur Hasanah³, Siti Anisa Maulida Yanti⁴,
Zahra Nurul Fadila⁵

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

Kerusakan pangan merupakan salah satu penyebab utama pemborosan makanan di seluruh dunia. Produk olahan berbasis daging seperti sosis dan nugget sangat rentan mengalami penurunan mutu akibat aktivitas mikroorganisme, terutama jika tidak disimpan pada suhu yang tepat. Penelitian ini bertujuan untuk memperkirakan umur simpan produk sosis ayam MAX MAX dan nugget ayam Kanzler menggunakan metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) dengan model Arrhenius, serta membandingkan hasil perhitungan dengan informasi umur simpan yang tertera pada label kemasan. Penelitian dilakukan dengan menyimpan produk pada berbagai suhu (25°C, 5°C, dan -18°C), menghitung laju penurunan mutu (K) berdasarkan asumsi penurunan mutu organoleptik, dan memodelkannya menggunakan grafik hubungan antara $\ln K$ dan $1/T$. Hasil menunjukkan bahwa semakin rendah suhu penyimpanan, maka semakin kecil nilai K dan semakin panjang umur simpan produk. Perbedaan hasil dengan label dipengaruhi oleh keterbatasan asumsi dan faktor lingkungan lainnya. Penelitian ini menunjukkan bahwa metode ASLT model Arrhenius dapat digunakan sebagai alat prediktif yang efektif untuk menduga umur simpan produk pangan beku.

Kata Kunci: Umur simpan, ASLT, Arrhenius, sosis, nugget, suhu penyimpanan

PENDAHULUAN

Setiap tahunnya, sejumlah besar makanan segar mengalami kerusakan di berbagai belahan dunia, padahal seharusnya dapat dimanfaatkan untuk mengatasi permasalahan kelaparan dan kekurangan gizi. Di negara-negara maju, banyak makanan layak konsumsi justru terbuang, sementara di negara berkembang maupun terbelakang, keterbatasan sumber daya dan infrastruktur menjadi kendala utama dalam mencegah kerugian pascapanen, terutama untuk produk hewani dan hortikultura. Salah satu solusi yang paling umum digunakan di negara maju adalah pembekuan makanan, dan metode ini penting untuk dikembangkan lebih luas di negara-negara miskin melalui peningkatan akses terhadap rantai dingin yang memadai serta dukungan sumber daya dan infrastruktur (Attrey, 2017).

Namun, selama proses pembekuan dan penyimpanan dalam kondisi beku, dapat terjadi berbagai perubahan secara fisik, kimiawi, maupun kandungan nutrisinya. Oleh karena itu, aspek kualitas dan keamanan makanan beku perlu dijaga dengan cermat di seluruh tahapan, mulai dari pembekuan, penyimpanan beku, hingga pencairan kembali. Pembekuan pada dasarnya mampu mempertahankan kualitas awal produk, tetapi untuk mencegah terjadinya penurunan mutu dan memastikan produk tetap aman dikonsumsi, prinsip-prinsip dasar pengawetan pangan harus dipahami dan diterapkan secara optimal selama proses pembekuan dan penyimpanan berlangsung (Bule et al, 2020).

Pembekuan merupakan salah satu metode pengawetan makanan yang telah digunakan sejak lama dan masih menjadi pilihan utama hingga saat ini. Metode ini dinilai efektif karena mampu mempertahankan mutu serta kandungan gizi makanan lebih baik dibandingkan dengan teknik pengawetan lainnya, seperti pengeringan atau pengalengan. Proses pembekuan bekerja dengan memperlambat aktivitas mikroorganisme dan reaksi kimia yang dapat menyebabkan kerusakan pangan, tanpa harus menambahkan bahan pengawet buatan (Bule et al. 2020).

Makanan yang sering dilakukan proses pembekuan diantaranya nugget dan sosis, merupakan dua jenis produk olahan daging yang populer dan banyak digemari masyarakat sebagai pilihan makanan praktis. Nugget umumnya dibuat dari daging giling yang dibentuk sesuai ukuran tertentu, kemudian dilapisi dengan adonan tepung berbumbu (battered) dan remah roti (breaded) sebelum melalui proses pemasakan. Salah satu jenis nugget yang paling dikenal adalah nugget ayam atau *chicken nugget*. Sementara itu, sosis merupakan hasil diversifikasi produk hewani yang dibuat dari campuran daging giling halus dengan kandungan daging tidak kurang dari 75% yang dicampur dengan tepung, rempah-rempah, serta bahan tambahan pangan lain yang diizinkan, lalu dimasukkan ke dalam selongsong khusus (B. Mardiyah & N. Astuti, 2019).

Tingginya kandungan protein yang terdapat pada nugget dan sosis menjadikannya rentan atau sangat cocok untuk ditumbuhi mikroorganisme yang tidak menguntungkan dan dapat merusak kualitas dari makanan tersebut. Suhu memegang peranan penting dalam mengatur jalannya reaksi metabolisme bagi semua makhluk hidup terutama bagi bakteri. Suhu lingkungan yang lebih tinggi dari suhu yang dapat ditoleransi akan menyebabkan denaturasi protein dan komponen sel esensial lainnya sehingga sel akan mati (Sari et al. 2019). Begitu pula apabila suhu lingkungan berada di bawah batas toleransi maka membran sitoplasma tidak akan cair sehingga pengangkutan zat-zat makanan akan terhambat dan proses kehidupan sel akan terhenti. Dengan demikian suhu mempunyai peranan penting terhadap kualitas bahan pangan yang disimpan karena apabila berada pada suhu yang sesuai dengan kondisi pertumbuhan bakteri maka akan mempercepat laju pertumbuhan bakteri yang berakibat pada proses kerusakan bahan pangan yang disimpan (Yusuf et al, 2016).

Berdasarkan uraian tersebut maka dilakukanlah sebuah uji pendugaan umur simpan dengan menggunakan metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) model Arrhenius pada suatu produk nugget ayam (KANZLER) dan sosis ayam (MAX MAX).

Untuk membuktikan apakah benar penggunaan suhu tertentu berpengaruh signifikan terhadap lama penyimpanan (Djarkasi, Sumual, and Lالujan. 2017).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif eksperimental yang menggunakan metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) dengan pendekatan model Arrhenius. Pada penelitian ini dilakukan pendugaan umur simpan suatu produk pangan berdasarkan data suhu dan rekomendasi lama waktu penyimpanan yang tertera pada label suatu kemasan produk makanan, serta memverifikasi apakah informasi suhu dan rekomendasi lama waktu penyimpanan yang tertera pada label produk sesuai dengan hasil prediksi umur simpan metode ASLT model Arrhenius.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1) INFORMASI DATA PRODUK

Diperoleh data pada kemasan terkait suhu dan lama penyimpanan yang akan digunakan sebagai parameter uji perbandingan masa simpan:

a) Sosis Ayam MAX MAX



Gambar 1. Kemasan produk sosis

Lama Penyimpanan	Suhu Penyimpanan
1 hari	25°C
1 bulan	5°C
1 tahun	-18°C

Tabel 1. Lama penyimpanan dan suhu penyimpanan sosis

b) Nuget Ayam Kanzler



Gambar 2. Kemasan nugget ayam

Lama Penyimpanan	Suhu Penyimpanan
1 tahun	-18°C

Tabel 2. Lama penyimpanan dan suhu penyimpanan nugget

2) IDENTIFIKASI MUTU KRITIS PRODUK DAN PENENTUAN ORDE REAKSI

Daging, termasuk daging ayam, merupakan sumber protein hewani yang penting. daging ayam sendiri memiliki komposisi gizi yang terdiri dari air sebesar 74,86%, protein 23,20%, lemak 1,65%, mineral 0,98%, dan energi sebesar 114 kkal (Gultom et al, 2023). dalam proses metabolisme sel, dibutuhkan berbagai unsur, baik unsur makro seperti karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N), dan fosfor (P), maupun unsur mikro seperti zat besi (Fe), magnesium (Mg), serta elemen jejak (trace elements) (Atmanto, Asri, and Kadir, 2022). Unsur-unsur tersebut juga dibutuhkan oleh bakteri pembusuk untuk melakukan aktivitas metabolismenya, terutama unsur makro yang melimpah dalam komponen protein dan lemak. Berdasarkan hal ini, maka proses kerusakan pada produk olahan seperti nugget kanzler dan sosis max max diasumsikan mengikuti orde reaksi satu, karena penurunan mutu utamanya disebabkan oleh aktivitas bakteri pembusuk yang berkembang seiring waktu. Maka laju penurunan mutu (k) bisa ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$k = - \frac{\ln(Q_t/Q_0)}{t} \quad \text{Qt: Mutu akhir; } Q_0: \text{ Mutu awal; } t: \text{ Waktu (hari) (Toledo, 2007).}$$

3) PENENTUAN LAJU PENURUNAN MUTU DENGAN ORDE REAKSI SATU

Untuk menentukan nilai (K) maka perlu dicari nilai dari $[\ln (Q_t/Q_0)]$, dikarenakan tidak terteranya kondisi mutu awal dan mutu akhir produk pada kemasan. Maka, bisa dilakukan sebuah asumsi berdasarkan organoleptik, didapatkan bahwa (Q_t : 40%: 0,4) dan (Q_0 : 100%: 1). Diperoleh nilai (K) untuk setiap produk yakni:

a) Sosis Ayam MAX MAX

t	$\ln (Q_t/Q_0)$	K
1 hari	-0,9163	0,9163
30 hari	-0,9163	0,0305
365 hari	-0,9163	0,000239

Tabel 3. Laju penurunan mutu sosis

b) Nuget Ayam Kenzler

t	$\ln (Q_t/Q_0)$	K
365 hari	-0,9163	0,000239

Tabel 4. Laju penurunan mutu nugget

4) PEMODELAN ARRHENIUS DAN BENTUK KURVA

Sebuah pemodelan yang menghubungkan antara ($\ln K$) dengan ($1/T$) dapat dilihat pada sebuah kurva, Berikut pemodelan untuk setiap jenis produk:

a) Sosis Ayam MAX MAX

t (Hari)	K	$\ln K$	T (°C)	T (K)	1/T
1 Hari	0,9163	-0,0874	25	298	0,0034
30 Hari	0,0305	-3,4900	5	278	0,0036
365 Hari	0,000239	-8,3390	-18	255	0,0040

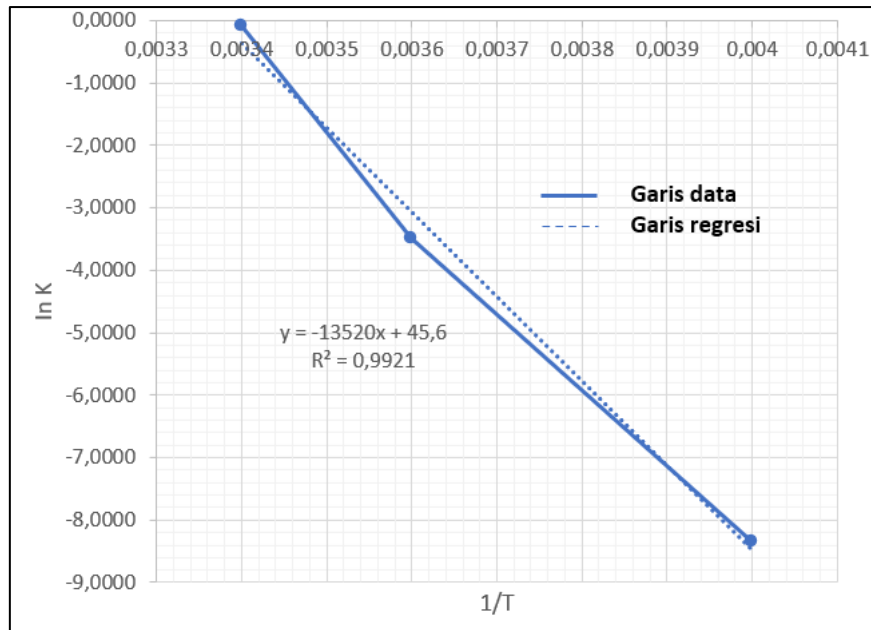
Tabel 5. Pemodelan Arrhenius sosis

b) Nuget Ayam Kenzler

t (Hari)	K	$\ln K$	T (°C)	T (K)	1/T
365 Hari	0,000239	-8,3390	-18	255	0,0040

Tabel 6. Pemodelan Arrhenius nugget

Dikarenakan pada label produk nugget ayam Kenzler memiliki kesamaan keterangan hari dan suhu rekomendasi penyimpanan dengan produk sosis ayam MAX MAX, maka bisa digunakan bentuk kurva yang sama.



Gambar 3. Kurva plot Arrhenius

Berdasarkan analisis regresi linier terhadap grafik hubungan $\ln K$ dengan $1/T$ didapatkan persamaan garis ($y = -13520x + 45,6$) di mana ($x = 1/T$), dengan nilai regresi mendekati 1 artinya data sangat sesuai dengan model linear Arrhenius. Dari hubungan antara $\ln K$ dan $1/T$ bisa didapatkan juga laju penurunan mutunya (K) menggunakan rumus:

$$\boxed{\ln k = \ln k_0 - (E_a/R)(1/T)} \rightarrow \boxed{\ln k = x} \rightarrow \boxed{k = e^x}$$

- $\ln K_0$: 45,6
- E_a/R : (-13520)
- x : $1/T$

a) Sosis Ayam MAX MAX

T (°C)	T (K)	1/T	ln K	$K = e^x$
25	298	0,0033557047	0,23087	1,259
5	278	0,0035971223	-3,0330935	0,0483
-18	255	0,0039215686	-7,4196	0,0005981

Tabel 7. Laju penurunan mutu berdasarkan kurva (sosis)

b) Nugget Ayam Kenzler

T (°C)	T (K)	1/T	ln K	$K = e^x$
-18	255	0,0039215686	-7,4196	0,0005981

Tabel 8. Tabel 7. Laju penurunan mutu berdasarkan kurva (nugget)

5) PENGUJIAN MODEL ARRHENIUS

Setelah diketahui nilai K berdasarkan kurva plot arrhenius, maka bisa dilakukan pengujian untuk mengetahui umur simpan, apakah suhu benar-benar berpengaruh terhadap umur simpan suatu produk menggunakan rumus:

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

a) Sosis Ayam MAX MAX

T (°C)	In (Qt/Q0)	K	t (hari)
25	0,4	1,259	0,723
5	0,4	0,0483	19
-18	0,4	0,0005981	1.532

Tabel 9. Pengujian model arrhenius sosis

b) Nugget Ayam Kenzler

T (°C)	In (Qt/Q0)	K	t (hari)
-18	0,4	0,0005981	1.532

Tabel 10. Pengujian model arrhenius nugget

Suhu berperan penting dalam menentukan masa simpan produk, terutama barang yang mudah rusak. Suhu yang lebih tinggi umumnya mempercepat laju pembusukan dan mengurangi waktu produk tetap dapat digunakan, sementara suhu yang lebih rendah dapat membantu memperpanjang masa simpan dengan memperlambat proses degradasi (Yusuf et al, 2016). Berdasarkan hasil perhitungan nilai (t), dihasilkan hasil yang sesuai dengan teori yang mengatakan bahwa semakin rendah suhu yang digunakan maka semakin lama pula masa simpan suatu produk.

6) PERBANDINGAN UMUR SIMPAN PADA LABEL

a) Sosis Ayam MAX MAX

T (°C)	T (K)	Umur simpan (hari)	
		Label	Perhitungan
25	298	1 hari	0,723
5	278	30 hari	19
-18	255	365 hari	1.532

Tabel 11. Perbandingan umur simpan sosis

b) Nugget Ayam Kenzler

T (°C)	T (K)	Umur simpan (hari)	
		Label	Perhitungan
-18	255	365 hari	1.532

Tabel 12. Perbandingan umur simpan nuget

Dari data yang ditampilkan, walaupun hasil perhitungan tidak persis sama seperti apa yang ada pada label, akan tetapi seiring menurunnya suhu, lama umur simpan semakin lama. Perbedaan hasil bisa disebabkan karena perhitungan ini hanya bersifat pendugaan saja, ada beberapa faktor yang mungkin harus menjadi perhitungan agar hasil yang didapatkan sama.

7) PENGUJIAN DI SUHU LAIN

T (°C)	$\ln(Q_t/Q_0)$	K	t (hari)
30	0,4	2,6644	0,343

Tabel 13. Pegujian di suhu lain

Dihasilkan bahwa, pada suhu 30°C maka lama penyimpanan menjadi 0,343 hari, ini lebih cepat dibandingkan dengan penyimpanan di suhu 25°C, maka ini sesuai dengan teori sebelumnya yang menyatakan bahwa suhu penyimpanan sangat berpengaruh terhadap umur simpan suatu produk.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang menggunakan metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) dengan pendekatan model Arrhenius pada produk sosis ayam MAX MAX dan nuget ayam Kanzler, dapat disimpulkan bahwa suhu penyimpanan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap laju penurunan mutu dan umur simpan produk. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa semakin rendah suhu penyimpanan, maka semakin kecil laju kerusakan (nilai K) dan semakin panjang umur simpan produk. Sebaliknya, suhu yang lebih tinggi mempercepat penurunan mutu dan memperpendek masa simpan.

Meskipun terdapat perbedaan antara hasil perhitungan umur simpan dengan informasi pada label kemasan, tren yang dihasilkan tetap mendukung teori bahwa suhu rendah memperpanjang masa simpan. Hal ini menunjukkan bahwa metode

ASLT model Arrhenius dapat digunakan sebagai pendekatan pendugaan umur simpan yang efektif. Ketidaksesuaian data kemungkinan disebabkan oleh faktor-faktor lain yang tidak diperhitungkan dalam model, seperti kelembaban, jenis kemasan, dan variasi parameter mutu yang diamati. Sebagai rekomendasi, penelitian lanjutan dapat mempertimbangkan pengujian lebih luas terhadap parameter mutu fisik, kimia, maupun mikrobiologis, serta memperluas variasi suhu dan jenis produk agar hasil yang diperoleh semakin akurat dan dapat diaplikasikan secara komprehensif dalam industri pangan.

REFERENSI

- Atmanto, Y. Kusumo Adi Arji, Lisdiana Amin Asri, and Nursin Abd Kadir. 2022. "Media Pertumbuhan Kuman." *Jurnal Medika Hutama* 04(01): 3069–75. <http://jurnalmedikahutama.com>.
- Attrey, D. P. 2017. *Food Safety in the 21st Century: Public Health Perspective Safety and Quality of Frozen Foods*. Elsevier Inc. doi:10.1016/B978-0-12-801773-9.00044-3.
- B. Mardiyah. N. Astuti. 2019. "PENGARUH PENAMBAHAN DAUN KELOR (*Moringa Oleifera* Lam) DAN TULANG AYAM TERHADAP SIFAT ORGANOLEPTIK DAN TINGKAT KESUKAAN NUGGET AYAM." *Jurnal Tata Boga* 8(2): 1–8.
- Bule, Mohammed, Idris Ahmed Issa, Fazlullah Khan, Muhammad Ajmal Shah, and Kamal Niaz. 2020. *Phytonutrients in Food: From Traditional to Rational Usage Development of New Food Products Based on Phytonutrients*. Elsevier Inc. doi:10.1016/B978-0-12-815354-3.00008-3.
- Djarkasi, G. S. Suhartati, Maria F. Sumual, and Lana E. Lالujan. 2017. "Pendugaan Daya Simpan Manisan Tomat Kering Dengan Metode ASLT (Accelerated Shelf-Life Testing) Model Arrhenius." *Jurnal Teknologi Pertanian* 8(2): 26–32.
- Gultom, Roselin, Lidya Amallia Ilmania, Korbinianus Feribertus Rinca, Yohana Maria Febrizky Bollyn, Maria Tarsisia Luju, and Puspita Cahya Achmadi. 2023.

“Evaluation Of The Supplementation Of Bitter Melon Flour (Momordica Charantia) As A Feed Additive To Physical And Chemical Content Of Broiler Meat.” *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu* 11(2): 82. doi:10.23960/jipt.v11i2.p82-93.

Huang, Hongwen. 2016. *Kiwifruit Harvest and Storage*. doi:10.1016/b978-0-12-803066-0.00008-3.

Sari, Pratiwi Dinia, Yusmiyati, Elvizahro Leiyla, Okta Haksaiqa Sulistyq, and Lisa Rosyida. 2019. “Waiting Time, Temperature, Storage Conditions, and Total Plate Count of Inpatients Food at Universitas Gadjah Mada Academic Hospital.” *Academic Hospital Journal* 2(1): 1–30. www.journal.ugm.ac.id/ahj.

Toledo, Romeo T. 2007. *Fundamentals of Food Process Engineering Fundamentals of Food Process Engineering*. doi:10.1007/978-1-4615-7055-4.

Yusuf, M, R R S Wihansah, M Arifin, A Y Oktaviana, J K Negara, and A K Sio. 2016. “Kualitas Fisik, Mikrobiologi Dan Organoleptik Sosis Ayam Komersil Yang Beredar Di Tempat Berbeda Di Bogor Physical Quality, Microbiological and Organoleptic Chicken Sausage at Different Place in Bogor.” *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan* 4(2): 296–99.