

Perkiraan Umur Simpan Produk Olahan Daging Beku Menggunakan Metode ASLT Berbasis Model Arrhenius

Arti Hastuti^{1*}, Ani Nuraini², Alisya Ida Nata³, Anisa Safira Azzahra⁴ dan Reihana

Fitri Aulia⁵

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

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memprediksi masa simpan produk olahan daging, seperti sosis ayam dan nugget, dengan menggunakan metode Accelerated Shelf Life Testing (ASLT) yang mengacu pada model kinetika Arrhenius. Pendekatan ini dilakukan untuk mengkaji pengaruh suhu penyimpanan terhadap laju penurunan mutu produk selama periode tertentu. Data diambil dari pengujian mutu produk pada berbagai suhu penyimpanan, mulai dari suhu ruang hingga suhu beku, dan digunakan untuk memodelkan degradasi mutu secara matematis. Hasil analisis menunjukkan bahwa suhu penyimpanan berpengaruh signifikan terhadap kecepatan kerusakan produk, dan model Arrhenius mampu memberikan estimasi umur simpan yang akurat. Dengan demikian, metode ini dapat membantu produsen dalam menentukan tanggal kedaluwarsa yang tepat, meningkatkan pengelolaan mutu, serta memastikan keamanan produk selama periode penyimpanan. Pendekatan ini diharapkan dapat menjadi alat yang efektif dalam pengendalian kualitas produk olahan daging.

Kata Kunci: Umur simpan, Accelerated Shelf Life Testing (ASLT), model Arrhenius, produk olahan daging, penyimpanan beku, degradasi mutu.

PENDAHULUAN

Saat ini, Kebutuhan masyarakat akan **makanan cepat saji** atau **makanan beku**, seperti sosis dan nugget, kini **semakin meningkat**. Perkembangan IPTEK sangat memengaruhi sistem pengelolaan pangan, khususnya dengan munculnya teknologi pengawetan makanan. Teknologi ini berperan penting dalam mengurangi risiko kerusakan pada bahan pangan atau produk olahan, dan pembekuan menjadi pilihan yang paling mudah untuk melakukannya (Hamidy et al., 2021). Teknologi

pembekuan juga mempermudah konsumsi pangan ditengah kesibukan yang tidak terkontrol dengan baik. Bahan pangan beku atau yang populer saat ini disebut dengan frozen food, dapat diolah dan siap dikonsumsi dalam waktu singkat (Novita, 2022).

Dari berbagai jenis makanan beku yang beredar di pasaran, nugget dan sosis merupakan pilihan favorit bagi banyak konsumen. Sosis, khususnya yang terbuat dari daging ayam, kini menjadi salah satu produk olahan yang sangat digemari di Indonesia. Daging ayam dipilih karena kandungan gizinya yang kaya, meliputi protein, karbohidrat, vitamin, mineral, serta nutrisi lain yang bermanfaat bagi tubuh. Produk sosis yang digunakan dalam penelitian ini adalah **Fiesta**, produksi **PT Charoen Pokphand Indonesia** yang berlokasi di Jakarta. Fokus utama Perusahaan ini pada produksi makanan cepat saji yang berbahan dasar udang, daging, serta daging ayam olahan.

Nugget adalah bahan olahan daging yang digiling, dibumbui, lalu diberi lapisan lem tepung sebagai perekat dan tepung roti pada permukaannya, setelah itu bisa disimpan pada lemari pendingin dengan dibekukan atau langsung digoreng untuk disajikan. (Alghifari & Azizah, 2021). Pembuatan nugget biasanya berbahan dasar daging seperti daging sapi, ayam, ikan dan lain sebagainya. Nugget ayam paling banyak dijual di pasaran. Kandungan gizi nugget ayam dalam 100 gram yang dianjurkan dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 01- 6683-2002 meliputi kadar air sebesar 60 gram, protein 12 gram, lemak 20 gram, karbohidrat maksimum 25 gram, dan kalsium maksimal 30 mg. Nugget yang digunakan dalam penelitian ini adalah produk nugget kemasan seperti Bartoz. PT Nugget Bartoz adalah nama lain dari PT Porto Food Indonesia, yang memproduksi Bartoz Chicken Nugget yang berlokasi di Sukabumi, Jawa Barat.

Nugget adalah bahan olahan daging yang digiling, dibumbui, lalu diberi lapisan lem tepung sebagai perekat dan tepung roti pada permukaannya, setelah itu bisa disimpan pada lemari pendingin dengan dibekukan atau langsung digoreng untuk disajikan. (Alghifari & Azizah, 2021). Pembuatan nugget biasanya berbahan dasar daging seperti daging sapi, ayam, ikan dan lain sebagainya. Nugget ayam

paling banyak dijual di pasaran. Kandungan gizi nugget ayam dalam 100 gram yang dianjurkan dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 01- 6683-2002 meliputi kadar air sebesar 60 gram, protein 12 gram, lemak 20 gram, karbohidrat maksimum 25 gram, dan kalsium maksimal 30 mg. Nugget yang digunakan dalam penelitian ini adalah produk nugget kemasan seperti Bartoz. PT Nugget Bartoz adalah nama lain dari PT Porto Food Indonesia, yang memproduksi Bartoz Chicken Nugget yang berlokasi di Sukabumi, Jawa Barat.

Untuk memprediksi umur simpan dan menentukan tanggal kedaluwarsa produk, kita dapat menggunakan metode Accelerated Shelf-life Testing (ASLT) Metode ini pada dasarnya menerapkan prinsip kinetika kimia, khususnya pendekatan Arrhenius yang mempertimbangkan bagaimana suhu memengaruhi laju kerusakan pada produk. Dengan demikian, artikel ini bertujuan untuk menganalisis kesesuaian umur simpan produk pangan beku pada kemasan dengan pendugaan umur simpan menggunakan metode ASLT dengan pendekatan *Arrhenius*.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis perkiraan umur simpan produk olahan pangan beku, yaitu Fiesta Ready To Go Sosis Ayam dan Sapi serta Chicken Nugget Bartoz, menggunakan metode Accelerated Shelf-Life Testing (ASLT) yang didasarkan pada model kinetika Arrhenius. Selain itu, tujuan dari penelitian ini juga untuk mempelajari respons produk terhadap suhu penyimpanan terkait laju penurunan mutu serta memprediksi ketahanan produk dengan tingkat akurasi yang tinggi. Dengan demikian, hasil studi ini diharapkan dapat membantu produsen dalam mengelola kualitas produk, serta memastikan keamanan dan kesesuaian mutunya selama penyimpanan.

METODE PENELITIAN

Dalam menguji masa penyimpanan bahan pangan ini digunakan parameter kuantitatif metode ASLT *Arrhenius* dengan dua produk berbeda yaitu Fiesta Ready To Go Sosis Ayam dan Sapi serta nugget ayam kombinasi Bartoz. Untuk Sosis Fiesta,

pengujian dilakukan pada suhu 25°C selama 1 hari, 4°C (lemari es) selama 6 bulan, dan -18°C (beku) selama 1 tahun. Sementara itu, Chicken Nugget Kombinasi Bartoz diuji pada suhu 25°C selama 1 hari, 0°C selama 30 hari, dan -18°C (beku) selama 9 bulan. Data yang kami gunakan untuk memprediksi masa simpan Fiesta Ready To Go Sosis Ayam dan Sapi serta Chicken Nugget Kombinasi Bartoz meliputi suhu dan durasi penyimpanan sesuai yang tercantum pada kemasan masing-masing produk. Tujuannya untuk menganalisis akuntabilitas masa simpan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada produk yang akan dianalisis didapatkan data yang tertera pada kemasan yang akan digunakan pada pengujian daya umur simpan.

1. Fiesta Ready To Go Sosis Ayam dan Sapi

Table 1 Waktu dan Suhu Penyimpanan Fiesta Ready To Go Sosis dan Ayam

Waktu (t)	Suhu (T °C)
1 hari	25°C
180 hari	4°C
365 hari	-18°C

2. Chicken Nugget Kombinasi Bartoz

Table 2 Waktu dan Suhu Penyimpanan Chicken Nugget Kombinasi Bartoz

Waktu (t)	Suhu (T°C)
1 hari	25°C
30 hari	0°C
270 hari	-18°C

Identifikasi Mutu Kritis Produk

Produk yang akan kami uji waktu penyimpanan ini adalah produk - produk berbahan dasar daging. Produk olahan daging termasuk kategori *highly-perishable*

food, artinya memiliki risiko tinggi mengalami kerusakan. Oleh karena itu, diperlukan **proses pengawetan bersuhu rendah** untuk menjaga kualitasnya. **Pembekuan** akan memperlambat laju perubahan biokimia dan mikrobiologi pada makanan. Produk makanan beku idealnya harus dikirimkan pada suhu antara **-1°C hingga -8°C**. Mikroorganisme tidak dapat tumbuh pada suhu di bawah batas minimum yang dibutuhkan untuk perkembangannya. Namun, perlu diperhatikan bahwa jika suhu meningkat, bakteri dapat kembali hidup dan terus berkembang biak.

Salah satu metode pengawetan daging adalah melalui pengolahan dan penyimpanan. **Penyimpanan yang tidak tepat**, ditambah dengan ketersediaan nutrisi dan pH yang mendekati netral, menciptakan **kondisi ideal bagi pertumbuhan mikroba**. Mikroba ini dapat mencemari dan merusak daging, bahkan mengakibatkan keracunan. Gejala keracunan tersebut meliputi masalah pencernaan seperti **demam, muntah, dan diare** (Darna, et al., 2017).

Penentuan Orde Reaksi

Fokus analisis utama kami yaitu masa simpannya pada reaksi kerusakan produk yang diasumsikan dengan reaksi orde pertama, dengan perubahan kualitas mutu selama penyimpanan. Utamanya disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme seperti mikroba dan bakteri. Sosis ayam sapi Fiesta dan chicken nugget Barroz, sebagai produk olahan daging, rentan mengalami penurunan mutu selama penyimpanan. Penyebab utama hal ini adalah reaksi kimia dan mikrobiologis, yang mencakup oksidasi lemak dan degradasi protein. Oleh karena itu, dilakukan untuk mengetahui laju perubahan mutu agar masa simpan dapat diprediksi dan dikendalikan. Orde reaksi yang menggambarkan hubungan antara perubahan parameter mutu (misalnya TVB-N, FFA, atau warna) terhadap waktu penyimpanan. Digunakan untuk menentukan karakteristik penurunan mutu reaksi, menghitung konstanta laju reaksi (k), dan memperkirakan masa simpan optimum. Untuk menduga kerusakan produk, kita pakai orde pertama sebagai dasarnya. Jadi, nilai k bisa kita dapatkan dari persamaan ini :

$$\ln (Q_t/Q_0) = -kt$$

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

(Toledo, 2007)

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

Nilai indeks mutu awal produk (Q_0) dianggap sebesar 1 karena tidak tersedia data mutu awal maupun mutu akhir pada kemasan produk yang diuji, sementara dalam perhitungan nilai k diperlukan nilai $\ln (Q_t/Q_0)$. Jika indeks mutu kritis (Q_t) diasumsikan 0,4, maka penurunan indeks mutu (Q_t/Q_0) sebesar $0,4/1 = 0,4$. Didapatkan $\ln (0,4)$ senilai -0.916290731874.

1. *Fiesta Ready To Go Sosis Ayam dan Sapi*

Table 3 Perhitungan Nilai k *Fiesta Ready To Go Sosis Ayam dan Sapi*

t (hari)	K (-[ln (0,4)] / t)
1	0,9162907319
180	0,0050905041
365	0,0025103856

2. *Chicken Nugget Kombinasi Bartoz*

Table 4 Perhitungan Nilai k *Chicken Nugget Kombinasi Bartoz*

t (hari)	K (-[ln (0,4)] / t)
1	0,9162907319
30	0,0305430244
270	0,0033936694

Pemodelan Arrhenius

Model Arrhenius adalah simulasi sederhana yang digunakan untuk menentukan kecepatan produk mengalami penurunan mutu. Pendekatan ini secara kuantitatif mengukur pengaruh suhu pada degradasi mutu dan estimasi waktu

simpan produk (Syaried dan Halid, 1993). Metode yang paling sering digunakan untuk menentukan umur simpan adalah **Accelerated Shelf-Life Testing (ASLT)**. Cara kerjanya adalah dengan mempercepat penurunan mutu bahan pangan pada situasi tertentu, lalu dilanjutkan dengan perhitungan matematis. Ini memungkinkan umur simpan bisa diperkirakan lebih cepat dengan akurasi tinggi (Nuraini, 2020). Faktor lingkungan dapat mengakibatkan penurunan kualitas produk diantaranya suhu, kelembaban, dan tekanan udara, atau dikarenakan nutrisi dalam makanan itu sendiri. Di Indonesia, dengan rata-rata suhu udara 28°C sepanjang tahun, mikroba dapat bereproduksi dalam waktu yang singkat. Hal ini mempersingkat masa simpan dan mempercepat kerusakan mutu pada sosis ayam. Oleh karena itu, untuk memperpanjang umur simpan produk sebaiknya diletakkan di lemari es.

Setelah mendapatkan nilai k , model Arrhenius dibangun menggunakan kurva hubungan antara $\ln k$ dan $1/T$, di mana T adalah nilai temperatur yang dianalisis dalam satuan Kelvin. Hasilnya adalah sebagai berikut.

1. *Fiesta Ready To Go Sosis Ayam dan Sapi*

Table 5 *Pemodelan Arrhenius Fiesta Ready To Go Sosis Ayam dan Sapi*

t (hari)	k (hari)	Ln k	T (°C)	T (°K)	1/T
1	0,91629	-0,8742	25	298	0,0034
180	0,00509	-5,2804	4	277	0,0036
365	0,00251	-5,9874	-18	255	0,0039

2. *Chicken Nugget Kombinasi Bartoz*

Table 6 *Pemodelan Arrhenius Chicken Nugget Kombinasi Bartoz*

t (hari)	k (hari)	Ln k	T (°C)	T (°K)	1/T
1	0,91629	-0,8742	25	298	0,0034

30	0,03054	-3,4887	0	273	0,0037
270	0,00251	-5,6858	-18	255	0,0039

Kurva Hubungan ln k dan 1/T

Kurva yang menunjukkan hubungan antara suhu penyimpanan (T) dan penurunan rata-rata kualitas per hari (k) diperoleh setelah pemodelan menggunakan persamaan Arrhenius. Berdasarkan hasil regresi linier dan nilai pada kurva tersebut, perkiraan masa simpan produk dapat dihitung dengan menggunakan persamaan Arrhenius berikut:

$$\ln k = \ln k_0 - (Ea/R)(1/T)$$

Menurut Faridah (2013), persamaan tersebut menjelaskan nilai T adalah suhu mutlak dalam Kelvin (K), konstanta gas sebesar 1.986 kal/mol K yang disebut R, Ea adalah energi aktivasi (kal/mol K), konstanta yang tidak dipengaruhi suhu adalah K0, dan K adalah konstanta laju penurunan suhu.

1. Fiesta Ready To Go Sosis Ayam dan Sapi

Table 7 Data 1/T lan Ln k Fiesta Ready To Go Sosis Ayam dan Sapi

1/T	Ln K
X – value	Y – value
0,0034	-0,08742
0,0036	-5,28038
0,0039	-5,98732

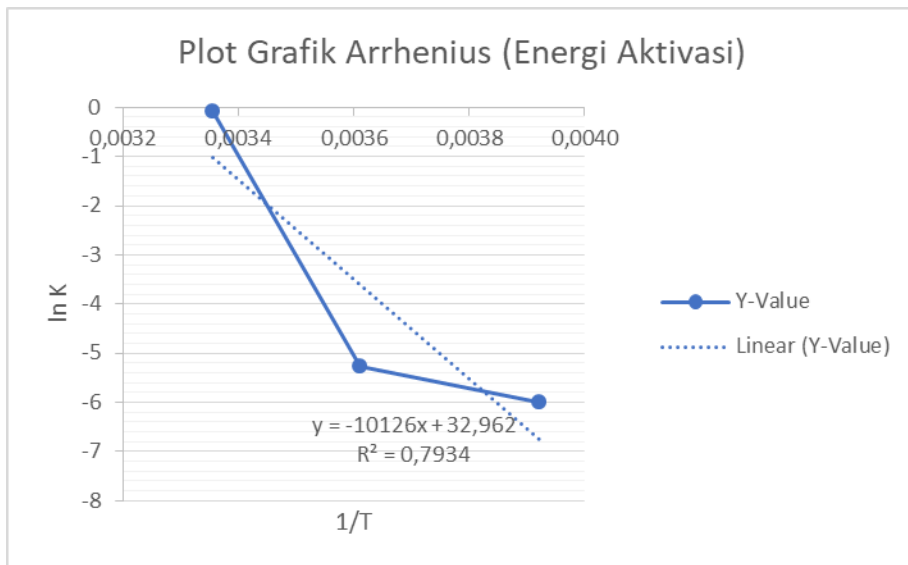
2. Chicken Nugget Kombinasi Bartoz

Table 8 Data 1/T lan Ln k Chicken Nugget Kombinasi Bartoz

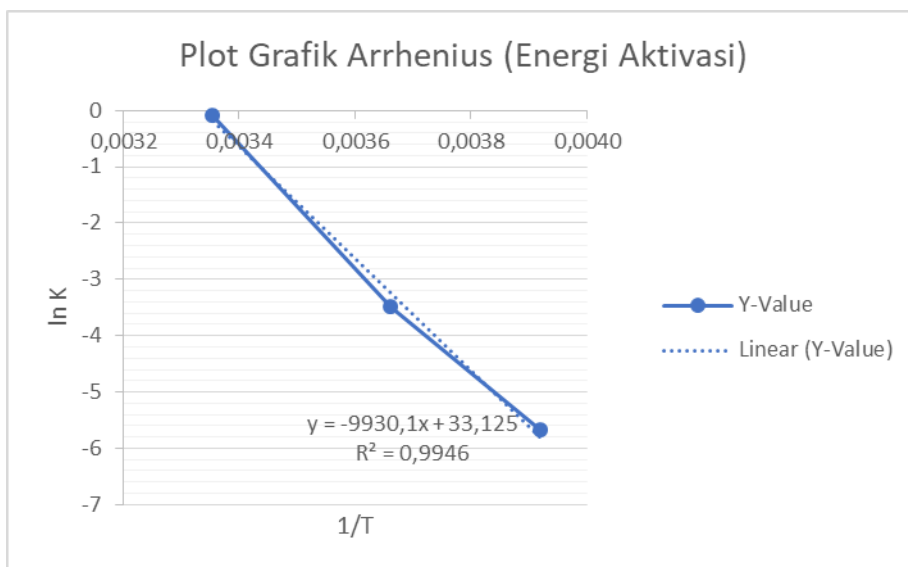
1/T	Ln K
X – value	Y – value

0,0034	-0,08742
0,0037	-3,48862
0,0039	-5,68584

Menurut hasil data tabel yang telah didapatkan dari kedua produk, maka didapatkan hubungan antara $1/T$ dan $\ln k$, digambarkan dalam kurva berikut:



Gambar 1 Plot Grafik Arrhenius (Energi Aktivasi) Produk Sate



Gambar 2 Plot Grafik Arrhenius (Energi Aktivasi) Produk Nugget

Berdasarkan kurva tersebut, kita memperoleh persamaan regresi linear $\ln k = \ln k_0 - (E_a/R) (1/T)$. Persamaan ini serupa dengan $y = 32,962 - 10126x(1/T)$ dan merupakan model Arrhenius yang akan digunakan dalam pengujian.

Pengujian Arrhenius

Perhitungan menggunakan persamaan Arrhenius melibatkan pembuatan plot kurva pra-eksponensial k (lnk) terhadap invers suhu (1/T). Plot ini menghasilkan persamaan garis lurus dalam format $y = a + bx$ atau $\ln k = \ln k_0 - (Ea/R)(1/T)$, yang dikenal sebagai persamaan Arrhenius. Pada persamaan ini, $\ln k_0$ merupakan titik potong (intersep), Ea/R merupakan kemiringan garis (slope), Ea adalah energi aktivasi, dan R adalah konstanta gas ideal dengan nilai 1,986 kal/mol·K.

Langkah selanjutnya adalah menghitung energi aktivasi (Ea) dengan cara mengalikan nilai kemiringan (slope) atau b dari persamaan Arrhenius dengan R ($Ea = \text{kal/mol}$). Terakhir, masa simpan dapat diprediksi dengan perubahan mutu produk (setelah dan sebelum penyimpanan) dibagi dengan nilai k .

Berikut adalah perkiraan masa simpan Fiesta Ready To Go Sosis Ayam dan Sapi serta Chicken Nugget Kombinasi Bartoz yang diperoleh menggunakan pendekatan Arrhenius.

1. Fiesta Ready To Go Sosis Ayam dan Sapi

Table 9 Pengujian Model Arrhenius Fiesta Ready To Go Sosis Ayam dan Sapi

T (°C)	Suhu (°K)	1/T	Ln K0	EA/R	Ln K	K(=e^LnK)	t (hari)
25	298	0,0033	32,962	10126	-1,0178	0,361	2,535635
4	277	0,0036	32,962	10126	-3,5939	0,027	33,33257
-18	255	0,0039	32,962	10126	-6,7478	0,001	780,8494
30	303	0,0033	32,962	10126	-0,4571	0,633	1,44733

2. Chicken Nugget Kombinasi Bartoz

Table 10. Pengujian Model Arrhenius Chicken Nugget Kombinasi Bartoz

T (°C)	Suhu (°K)	1/T	Ln K0	EA/R	Ln K	K (=e^Ln K)	t (hari)
25	298	0,0033	33,125	9930,1	-0,1974	0,8207	1,116347
0	273	0,0036	33,125	9930,1	-3,2489	0,0388	23,60766
-18	255	0,0039	33,125	9930,1	-5,8165	0,0029	307,7067
30	303	0,0033	33,125	9930,1	0,3523	1,4224	0,644156

Perbandingan Umur Simpan Label dan Perhitungan Arrhenius

Umur simpan atau masa kedaluwarsa adalah parameter kunci untuk menilai ketahanan produk selama penyimpanan. Menetapkan umur simpan dapat dilakukan dengan menilai perubahan mutu produk yang terjadi selama penyimpanan. Penting bagi produsen untuk memahami informasi masa simpan. Hal ini membantu mereka mengetahui berapa lama produknya tetap berkualitas, dari mulai diproduksi, dikemas, sampai akhirnya diterima konsumen. (Asiah et al.,2018). Penentuan masa simpan *Fiesta Ready To Go Sosis Ayam dan Sapi* dan *Chicken Nugget Kombinasi Bartoz* dapat dilakukan dengan ASLT berbasis model Arrhenius.

Setelah menguji perkiraan masa simpan pada *Fiesta Ready To Go Sosis Ayam dan Sapi* serta *Chicken Nugget Kombinasi Bartoz*, kami mendapatkan hasil masa simpan yang sesuai dengan perhitungan model Arrhenius. Berikut adalah perbandingan antara data umur simpan label dan perhitungan *Arrhenius*.

1. *Fiesta Ready To Go Sosis Ayam dan Sapi*

Table 11 Perbandingan Umur Simpan Label dan Perhitungan Arrhenius Produk sosis

T (° C)	T (° K)	Umur simpan (hari)	
		Label	Perhitungan
25	298	1	2,54
4	277	180	33,33
-18	255	365	780,85

2. *Chicken Nugget Kombinasi Bartoz*

Table 12 Perbandingan Umur Simpan Label dan Perhitungan Arrhenius Produk Nugget

T (° C)	T (° K)	Umur simpan (hari)	
		Label	Perhitungan
25	298	1	1,12
0	273	30	23,61
-18	255	180	307,71

Didapatkan data perbandingan pada produk *Fiesta Ready To Go Sosis Ayam dan Sapi*, yaitu di suhu 25°C mempunyai selisih 1,54 antara label kemasan produk dan perhitungan yang telah dilakukan, pada label kemasan 1 hari didapatkan selisih 2,54 hari. Pada suhu 4°C, masa simpan yang kami hitung adalah 33,33 hari, berbeda dengan 60 hari (2 bulan) yang tertera pada label kemasan. Demikian pula, untuk suhu -18°C, pengujian Arrhenius menunjukkan hasil 780,85 hari, sementara label hanya mencantumkan 365 hari (1 tahun).

Pada Chicken Nugget Kombinasi Bartoz, membandingkan masa simpan yang dihitung menggunakan model Arrhenius. menunjukkan hasil yang mirip dengan masa simpan pada label kemasan. Pada suhu 25°C, Selisih masa penyimpanan antara perhitungan dan informasi pada label kemasan tidak signifikan: 1,12 hari dari perhitungan berbanding 1 hari pada label. Kemudian untuk suhu 0°C, hasil perhitungan menunjukkan 23,61 hari, sementara label mencantumkan 30 hari (1 bulan). Dan pada suhu -18°C, pengujian Arrhenius menghasilkan 307,71 hari, sedikit berbeda dengan 270 hari (9 bulan) yang tertera pada label.

Pengujian di Temperatur Berbeda

Perkiraan masa penyimpanan produk *frozen food* ini berdasarkan informasi dari label kemasan produk yang telah dianalisis, lalu dibandingkan dengan hasil perhitungan berdasarkan keterangan suhu yang ada. Selain itu, Kami juga melakukan

pengujian pada suhu yang bervariasi untuk mengetahui bagaimana suhu memengaruhi daya simpan produk.

T (°C)	Suhu (°K)	1/T	Ln K0	EA/R	Ln K	K (=e ^{Ln K})	t (hari)
30	303	0,0034	32,962	10126	-0,457141914	0,633090489	1,44733

Pada produk kemasan Chicken Nugget Kombinasi Bartoz terdapat informasi mengenai suhu dan lama penyimpanan yang perlu diperhatikan. Pada suhu ruang sebesar 25°C, produk hanya aman untuk dikonsumsi selama 1 hari, karena pada suhu ini, pertumbuhan bakteri patogen dapat berlangsung dengan cepat, berpotensi menyebabkan keracunan makanan. Di dalam lemari es atau kulkas dengan suhu sekitar 0°C, produk dapat disimpan hingga 30 hari atau 1 bulan, karena pertumbuhan bakteri menjadi terbatas sehingga produk dapat bertahan lebih lama tanpa mengalami kerusakan yang berarti. Sementara itu, di dalam freezer dengan suhu -18°C, produk dapat disimpan hingga 9 bulan atau sekitar 270 hari, karena aktivitas mikroorganisme hampir sepenuhnya dihentikan atau pertumbuhan bakteri berhenti, sehingga produk tetap aman dikonsumsi dalam waktu yang lebih panjang. Sesuai dengan penelitian Mardhiyyah & Ningsih (2021), suhu penyimpanan yang lebih rendah akan memperpanjang umur simpan produk makanan.

Sedangkan pada produk kemasan Fiesta Ready to go Sosis Ayam dan Sapi terdapat Informasi tentang suhu dan durasi penyimpanan yang harus diperhatikan. Pada suhu ruang (25°C), produk hanya aman dikonsumsi selama 1 hari. Pada suhu ruang, pertumbuhan bakteri patogen meningkat signifikan. Suhu ini memfasilitasi laju metabolisme bakteri seperti Salmonella dan Escherichia coli, sehingga produk lebih cepat rusak. Hal ini juga mempercepat reaksi kimia seperti oksidasi lemak yang menurunkan kualitas produk (Sudirman, 2013). Di dalam kulkas atau lemari es (4°C), produk kemasan dapat disimpan hingga 6 bulan atau sekitar 180 hari. Pada suhu ini, pertumbuhan bakteri terhambat, terutama bakteri patogen meskipun beberapa jenis bakteri psikrotrof masih dapat tumbuh lambat. Suhu ini banyak digunakan untuk memperpanjang daya simpan produk makanan olahan seperti sosis hingga beberapa

bulan (Pratiwi, 2018). Di dalam freezer(-18°C), produk kemasan dapat disimpan 9 bulan atau sekitar 365 hari . Pada suhu ini, aktivitas mikroorganisme dan reaksi kimia hampir sepenuhnya dihentikan. Suhu beku dapat memperpanjang daya simpan produk olahan hingga 9 bulan atau lebih (Winarno, 2004). Nofrida et al. (2024) menyatakan bahwa terdapat hubungan positif antara suhu penyimpanan dan daya tahan produk pangan, karena suhu turut memengaruhi kecepatan kerusakan dan penurunan kualitas produk. Semakin tinggi suhu penyimpanan, maka semakin cepat laju penurunan mutu (k), yang pada akhirnya menyebabkan umur simpan produk (t) menjadi lebih singkat. Pengujian pada suhu yang lebih tinggi 30°C untuk kedua produk menunjukkan bahwa masa simpannya kurang dari 2 hari, tepatnya sekitar 1,44733 hari.

Untuk mengetahui umur simpan produk pangan, produk tersebut bisa disimpan dalam kondisi nyata seperti saat didistribusikan atau dikonsumsi. Contoh produk yang masa simpannya diuji dengan mengukur penurunan mutu menggunakan model Arrhenius adalah nugget dan sosis merek "Fiesta Ready To Go Sosis Ayam dan Sapi" serta "Chicken Nugget Kombinasi Bartoz"



Gambar 3 Fiesta Ready To Go Sosis Ayam dan Sapi & Chicken Nugget Kombinasi Bartoz

Pendinginan dan pembekuan adalah metode yang efektif untuk mencegah pembusukan produk, memungkinkan penyimpanan jangka panjang hingga siap dikonsumsi.

Menyimpan produk dalam suhu dingin adalah salah satu cara efektif untuk menjaga kualitasnya sekaligus mencegah pertumbuhan mikroorganisme yang bisa menyebabkan pembusukan (Anggara & Nopianti, 2016). Pertumbuhan mikroorganisme pada atau di dalam makanan dapat menyebabkan perubahan fisik dan kimiawi yang tidak diinginkan. Hal ini menyebabkan makanan jadi tidak aman untuk dikonsumsi. Mikroorganisme membutuhkan makanan sebagai sumber energi dan nutrisi esensial seperti karbon, nitrogen, hidrogen, oksigen, dan elemen lainnya agar dapat tumbuh. Di antara berbagai faktor, suhu adalah salah satu yang paling krusial bagi kelangsungan hidup mereka. Beberapa jenis mikroba, yang disebut psikrofilik, bahkan bisa berkembang biak pada suhu rendah seperti di lemari es (sekitar 0–5°C). Karena itu, menyimpan makanan terlalu lama di suhu dingin baik sebelum atau setelah dibekukan juga tetap bisa menimbulkan risiko kerusakan akibat mikroorganisme.

KESIMPULAN

Penelitian ini membuktikan bahwa metode Accelerated Shelf Life Testing (ASLT) dengan pendekatan model kinetika Arrhenius sangat membantu dalam memperkirakan masa simpan produk makanan beku, seperti Fiesta Ready To Go Sosis Ayam dan Sapi, serta Chicken Nugget Kombinasi Bartoz. Hasil analisis menegaskan bahwa suhu penyimpanan sangat berpengaruh terhadap laju penurunan

mutu produk; semakin tinggi suhu, semakin cepat mutu menurun, yang terlihat dari meningkatnya nilai konstanta laju penurunan mutu (k). Model Arrhenius memungkinkan prediksi umur simpan yang lebih cepat dan akurat dibandingkan informasi pada label produk, terutama pada suhu rendah (-18°C), di mana masa simpan hasil perhitungan lebih Panjang. Misalnya, pada sosis Fiesta, masa simpan pada suhu -18°C berdasarkan perhitungan adalah 780 hari, sementara label hanya mencantumkan 365 hari. Hal serupa juga ditemukan pada nugget Bartoz. Dengan demikian, pendekatan Arrhenius tidak hanya mempercepat estimasi umur simpan, tetapi juga dapat menjadi dasar ilmiah dalam penetapan tanggal kedaluwarsa. Pengetahuan tentang laju penurunan mutu ini membantu produsen mengoptimalkan penyimpanan, menjaga kualitas produk selama distribusi, serta meningkatkan keamanan dan kepuasan konsumen. Pengujian di suhu lebih tinggi seperti 30°C juga mempertegas bahwa penyimpanan pada suhu tinggi memperpendek umur simpan produk secara signifikan.

REFERENSI

- Alghifari, V., & Azizah, D. N. (2021). Perbandingan Tepung Kentang dan Tepung Terigu terhadap Karakteristik Nugget. *Edufortech*, 6(1).
- Anggara, G., & Nopianti, R. (2016). Pengaruh Suhu dan Lama Perendaman dalam Air Dingin pada Praperebusan Terhadap Kualitas Bakso Ikan Patin (*Pangasius pangasius*). *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*, 5(2), 134–145.
- Asiah, N., Sari, D. P., & Putri, R. A. (2018). Penentuan Umur Simpan Produk Olahan Ikan dengan Metode Accelerated Shelf Life Testing (ASLT). *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 29(1), 45-52.

- Darna, et al. (2017). Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Pencernaan pada Manusia Menggunakan Metode Certainty Factor. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*.
- Diniyah, N., Arpah, M., & Widodo, S. (2015). Pendugaan Umur Simpan Pundang Seluang dengan Metode Accelerated Shelf-Life Testing (ASLT). *Jurnal Saintek Perikanan dan Kelautan*, Universitas Diponegoro.
- Hamidy, M. Y., Hastuti, S. R., & Sari, D. R. (2021). Analisis Pendugaan Umur Simpan Produk Pangan Beku Dalam Kemasan Menggunakan Metode Accerelated Shelf Life Testing (ASLT) Model Arrhenius. *Karimah Tauhid*, 2(3), 665-678
- Mardhiyyah, Y. S. & Ningsih, I. (2021). Masa Simpan Aneka Sambal dari Bahan Nabati Menggunakan Metode Accelerated Shelf Life Testing: Kajian Literatur. *AGROINTEK*, 15(2).
- Nuraini, V. (2020). Pendugaan umur simpan makanan tradisional berbahan dasar beras dengan metode accelerated shelf-life testing (ASLT). *Jurnal Agroteknologi*, 14(2).
- Nofrida, R., Zainuri, Z., Utama, Q. D., Afriansyah, D., Rahayu, N., Anggraini, I. M. D., & Pertiwi, M. G. P. (2024). Pendugaan Umur Simpan Kopi Bubuk Robusta Desa Pakuan Menggunakan Model Arrhenius. *Pro Food*, 10(2), 188–195. <https://doi.org/10.29303/profood.v10i2.485>.
- Novita, L. (2022). Frozen Food: Teknologi, Keamanan, dan Prospek Bisnis di Indonesia. *Jurnal Pangan dan Gizi*, 13(1), 45-52.
- Pratiwi, R. (2018). Analisis Penyimpanan Pangan pada Suhu Dingin untuk Menghambat Kerusakan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 2(1), 45–50.
- Rahman, F., Purnamayati, E., & Wahyuni, S. (2019). Pendugaan Umur Simpan Snack Bar Pisang dengan Metode Arrhenius. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*.

Sudirman, I. (2013). Pengaruh Suhu dan Waktu Penyimpanan terhadap Mutu Produk Daging Olahan. *Jurnal Teknologi Pangan Indonesia*, 5(2), 101–108.

Syarief, R., & Halid, H. (1993). *Teknologi Penyimpanan Pangan*. Bogor: Pusat Antar Universitas IPB.

Winarno, F. G. (2004). *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.