

## Penentuan Pemodelan Arrhenius Berdasarkan Data Saran Suhu Penyimpanan dan Umur Simpan pada Label Kemasan Burger Sapi

<sup>1</sup>Faridah Dieni Amalia, <sup>2</sup>Siti Nayla Maharani, <sup>3</sup>Khairul Rahman, <sup>4</sup>Mula Auralia Qori Muslim, <sup>5</sup>Fauzan Nabil, <sup>6</sup>Muhamad Rizki Suandi, <sup>7</sup>Muhamad Fakhri Kurniawan

<sup>1</sup>Teknologi Pangan, Universitas Djuanda Bogor, [b.2110135@unida.ac.id](mailto:b.2110135@unida.ac.id)

<sup>2</sup>Teknologi Pangan, Universitas Djuanda Bogor, [b.2210146@unida.ac.id](mailto:b.2210146@unida.ac.id)

<sup>3</sup>Teknologi Pangan, Universitas Djuanda Bogor, [b.2210144@unida.ac.id](mailto:b.2210144@unida.ac.id)

<sup>4</sup>Teknologi Pangan, Universitas Djuanda Bogor, [b.2210200@unida.ac.id](mailto:b.2210200@unida.ac.id)

<sup>5</sup>Teknologi Pangan, Universitas Djuanda Bogor, [b.2210104@unida.ac.id](mailto:b.2210104@unida.ac.id)

<sup>6</sup>Teknologi Pangan, Universitas Djuanda Bogor, [b.2211143@unida.ac.id](mailto:b.2211143@unida.ac.id)

<sup>7</sup>Teknologi Pangan, Universitas Djuanda Bogor, [fakhri.kurniawan@unida.ac.id](mailto:fakhri.kurniawan@unida.ac.id)

---

---

### ABSTRAK

Burger sapi merupakan makanan beku yang terbuat dari daging sapi yang dibentuk menjadi pipih sebagai isian dari burger. Umur simpan produk burger sapi komersial tertera pada label kemasan beserta saran suhu penyimpanan. Tujuan penelitian ini adalah menentukan pemodelan Arrhenius berdasarkan informasi suhu dan umur simpan pada kemasan dan memprediksi umur simpan pada suhu yang berbeda. Produk burger sapi pada label kemasan tercantum saran penyimpanan yaitu pada suhu 25°C dapat bertahan selama satu hari, pada suhu 0°C dapat bertahan selama 30 hari dan pada suhu -18°C dapat bertahan selama sembilan bulan. Hasil pemodelan Arrhenius didapatkan  $\ln k = 38.008 - 11208(1/T)$ . Umur simpan burger sapi berdasarkan Arrhenius adalah 349,86 hari pada suhu penyimpanan -18°C, 19,29 hari pada suhu penyimpanan 0°C, dan 0,62 hari pada suhu penyimpanan 25°C. Jika disimpan pada suhu 30°C maka berdasarkan pemodelan didapatkan umur simpannya adalah 0,33 hari. Perbedaan umur simpan perhitungan yang didapatkan dengan umur simpan pada label kemasan karena digunakan beberapa asumsi pada analisis Arrhenius.

**Kata Kunci:** makanan beku, burger sapi, umur simpan, arrhenius.

## PENDAHULUAN

Keadaan masyarakat saat ini mengalami perubahan dan perkembangan dalam kondisi yang lebih modern sehingga memungkinkan Perubahan kebiasaan makan dari makanan segar mulai mengalami peralihan atau transisi ke makanan beku. Makanan beku ini adalah salah satu makanan olahan paling populer dan diproses. Makanan siap saji beku yang tahan lama dan mudah disajikan (Santoso *et al.*, 2018).

Protein menjadi salah satu sumber pangan seperti daging, ayam, dan ikan. Salah satu olahan daging adalah dapat digunakan pada burger. Daging burger adalah produk daging cincang segar. Bahan utama dalam hamburger adalah daging, biasanya 80%. Persyaratan untuk hamburger berkualitas tidak lebih dari 30% lemak sapi, air, pengikat dan agen pengembang dicampur dengan rempah-rempah dan lemak. Sumber protein lain adalah ikan. Produk ikan mudah rusak. Penelitian Fitri *et al.* (2021) tentang bakso ikan di Tanjungpinang didapatkan 24% mengandung formalin karena ditambahkan untuk mencegah kerusakan. Selain itu penelitian Hasanah *et al.*, (2021) juga menemukan produk ikan asin di pasar Sukabumi mengandung formalin. Umumnya produk hewani mudah rusak. Oleh karena itu perlu cara untuk menyimpannya.

Cara umum untuk memperpanjang periode retensi adalah dengan pendinginan, atau biasa disebut pendinginan pada suhu menengah  $-2^{\circ}\text{C}$  hingga  $5^{\circ}\text{C}$ . Bisa juga digunakan untuk mengawetkan daging olahan proses pembekuan, proses pemanasan, dehidrasi, pengemasan, penyinaran dan perawatan bahan kimia seperti pengerasan, pengasaman, ozon dan antibiotik (Soeparno, 2010). Penyimpanan makanan dan produk adalah bagian yang dikecualikan bagian integral dari pemrosesan, terutama penyimpanan dan pengemasan bahan makan. Variasi kualitas terjadi selama penyimpanan. cacat kualitas penyusutan konvensional dibagi menjadi depresiasi kualitatif dan depresiasi kuantitatif (Syarief & Halid 1993).

Tanggal kedaluwarsa merupakan salah satu poin penting yang perlu diketahui konsumen untuk menentukan apakah pangan masih layak dikonsumsi atau sudah tidak aman lagi (Nuraini & Widanti, 2020). Makanan beku bisa atau masih bisa disimpan. Warna, rasa, tekstur, dan bentuk produk tetap dapat diterima untuk waktu yang terbatas. Oleh karena itu, dikatakan memiliki kualitas hidup yang tinggi. Makanan dengan kandungan lemak tinggi memiliki umur simpan yang lebih pendek dibandingkan dengan yang memiliki kandungan lemak lebih rendah (Bachtiar, 2018). Oleh karena itu, dalam hal ini, diperlukan pengembangan dan penelitian pangan baru. Karakteristik sensorik seperti umur simpan dan penilaian kebutuhan sangat penting. Hasil analisis digunakan untuk menentukan umur simpan pada skala industri dan komersial.

Pendekatan HACCP (*hazard analysis critical control point*) dapat digunakan untuk mengendalikan cemaran pangan oleh mikroorganisme patogen (Asiah, 2018). Estimasi tanggal kedaluwarsa dan kriteria sensorik sangat penting dalam tahap penelitian dan pengembangan makanan baru. Umur simpan dihitung dalam skala industri atau komersial besar dari hasil analisis laboratorium yang didukung oleh hasil penilaian distribusi lapangan. Pengembangan teknik untuk menentukan tanggal kedaluwarsa produk sebagai sarana untuk memastikan keamanan pangan dianggap perlu dalam kaitannya dengan pertumbuhan sektor makanan kecil dan menengah. Penentuan tanggal kedaluwarsa dalam industri makanan kecil dan menengah seringkali diperumit oleh biaya, waktu, metode, masalah peralatan, dan ketidaktahuan dari pihak produsen (Herawati, 2008). Model Arrhenius memprediksi degradasi produk yang dipercepat ketika disimpan pada suhu tinggi di atas suhu penyimpanan yang disarankan. Persamaan 1 dan 2 menunjukkan bahwa kinetika orde 0 dan 1 sering diikuti oleh kinetika reaksi kimia yang dapat merusak makanan. Degradasi enzimatis (seperti buah-buahan dan sayuran segar dan beberapa makanan beku), reaksi pencoklatan non-enzimatis (seperti sereal kering dan bubuk susu), dan reaksi oksidasi lemak (seperti bau busuk pada

makanan ringan, makanan kering, dan makanan beku) meningkat. Makanan adalah jenis pembusukan makanan yang mengikuti model reaksi orde nol.

Daging sangat bergizi dan mudah rusak. Oleh karena itu, diperlukan upaya pengolahan dan penanganan yang tepat mengurangi kerusakan pasca panen sekaligus memberikan nilai dari produk yang diperoleh. Pengolahan daging mirip dengan pengolahan bahan beberapa dimaksudkan untuk memperpanjang umur simpan dan meningkatkan properti Stimulasi sensorik yang mengubah bentuk daging olahan Hemat waktu dan energi dengan selalu menyediakan produk daging dan menyiapkan daging sebelum dimakan (Anjarsari, 2010).

Metode Arrhenius Model *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) adalah metode memperkirakan umur simpan produk menggunakan suhu untuk mempercepat reaksi yang menyebabkan kerusakan produk. Metode Arrhenius Model *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) umumnya diterapkan untuk semua jenis makanan, terutama produk-produk yang memburuk karena efek degradasi kimia (Arpah 2007). Model Arrhenius adalah salah satu model simulasi paling sederhana untuk mengukur tingkat penurunan kualitas produk. Model Arrhenius adalah Pendekatan untuk mengukur pengaruh suhu terhadap degradasi nilai Penentuan jangka waktu retensi (Syarief dan Halid, 1993).

## **METODE PENELITIAN**

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan perhitungan kinetika reaksi prinsip Arrhenius dengan cara :

1. Mutu kritis produk burger sapi ditetapkan
2. orde reaksinya produk ditentukan beserta penurunan mutu dan juga indeks penurunan mutu.
3. kurva  $\ln K$  dan  $1/T$  dibuat berdasarkan data
4. Pemodelan Arrhenius dibuat berdasarkan kurva regresi linier
5. Umur simpan dihitung dan dibandingkan dengan umur simpan yang tertera pada label kemasan.

6. Umur simpan pada suhu lain dihitung sebagai konfirmasi Pemodelan.

Metode Arrhenius diterapkan pada penyimpanan makanan kemasan setidaknya minimal tiga suhu penyimpanan ekstrim. Data yang diperoleh dari analisis setiap parameter dibuat grafik sebagai fungsi waktu (hari) dan persamaan regresi linier dibuat untuk memberikan tiga persamaan  $y=bx+a$  untuk tiga suhu penyimpanan produk. Yang dimana  $y$  = nilai karakteristik produk,  $x$  = lama penyimpanan (hari),  $b$  = laju perubahan karakteristik (kemiringan = laju degradasi =  $k$ ) dan  $a$  = nilai karakteristik pada awal produk. Dalam orde respon parameter dipilih dengan cara membandingkan koefisien determinasi ( $R^2$ ) dari setiap persamaan regresi linier pada suhu yang sama. Konfigurasi ulang nilai  $R^2$  yang lebih tinggi adalah konfigurasi yang digunakan sebagai parameter ini. Nilai  $\ln k$  dan  $1/T(K-1)$  sebagai parameter Arrhenius ditabulasikan, kemudian nilai  $\ln k$  diplot terhadap  $1/T(K-1)$  dan titik potong dan kemiringan. Nilai diplot dalam persamaan regresi linier  $\ln k=\ln k_0-(E_a /R)(1/T)$ , di mana  $\ln k_0$  = intersep,  $E_a/R$  = kemiringan,  $E_a$  = energi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Burger terbuat dari daging giling (biasanya daging sapi, tetapi kadang-kadang daging lainnya) digulung dan diratakan, dikukus dan kemudian digoreng dengan mentega atau dipanggang di atas arang. Biasanya dimakan sebagai isian roti bundar dan atasnya dengan daun selada, saus tomat dan bumbu lainnya (Cory, 2009). Pada penelitian ini burger sapi yang digunakan adalah salah satu produk pangan beku yaitu burger sapi merek “Bartoz”.

Tabel 1 Informasi Suhu dan Umur Simpan Produk Burger Sapi pada Kemasan

Suhu Penyimpanan	Umur simpan
25 °C	1 Hari
0 °C	30 Hari
-18 °C	9 Bulan / 270 Hari

Pada suhu 25°C, penyimpanan frozen food hanya tahan sehari karena suhu tersebut tidak sesuai untuk penyimpanan makanan beku. Karena suhu 25°C tidak dapat menghentikan aktivitas mikroba yang dapat menyebabkan kerusakan pada makanan. Mikroba dapat aktif kembali karena proses pembekuan hanya menonaktifkan mikroba, bukan membunuh mikroba. Oleh karena itu, makanan beku yang disimpan di suhu 25°C akan cepat rusak dan tidak aman untuk dikonsumsi.

Pada suhu 0°C, waktu simpan frozen food adalah 30 hari. Suhu 0°C masih tidak sesuai untuk penyimpanan makanan beku, tetapi lebih baik daripada suhu 25°C. Suhu 0°C dapat menghentikan aktivitas mikroba, tetapi tidak dapat menghentikan proses kerusakan bahan pangan secara permanen. Pada suhu -18°C, waktu simpan frozen food adalah 9 bulan. Suhu -18°C adalah suhu yang sesuai untuk penyimpanan makanan beku. Suhu ini dapat menghentikan aktivitas mikroba dan menghentikan proses kerusakan bahan pangan secara permanen. Oleh karena itu, makanan beku yang disimpan di suhu -18°C akan tetap aman dan awet untuk jangka waktu yang lebih lama.

Penyebab mengurangnya waktu simpan frozen food adalah suhu yang tidak sesuai untuk penyimpanan makanan beku. Suhu yang tidak sesuai dapat menyebabkan aktivitas mikroba yang dapat menyebabkan kerusakan pada makanan. Oleh karena itu, suhu yang sesuai untuk penyimpanan makanan beku harus dipertahankan untuk menjaga kualitas dan kesegaran makanan beku.

### **Mutu Kritis Produk**

Burger sapi merupakan produk yang berbahan dasar Sebagian besar adalah daging sapi yang dimana daging ini mempunyai kadar protein yang sangat besar serta memiliki kadar air yang cukup tinggi menurut SNI 8503:2018, sehingga 2 faktor tersebut adalah media dalam mikroorganisme seperti bakteri untuk tumbuh, apabila bakteri tumbuh maka produk akan mengalami kerusakan seperti rasa yang asam, berbau kurang sedap, berlendir dan kenampakan yang tidak layak konsumsi

lainnya. Sehingga produk ini sangat kritis dalam hal penyimpanan, sehingga mutu tetap baik dan terjaga serta terhindar dari kerusakan.

### Orde Reaksi Produk

Setelah penjelasan sebelumnya mengenai mutu kritis dari produk burger sapi bartoz ini, maka kita dapat mengansumsikan orde reaksi produk ini masuk kepada orde satu karena kerusakan yang kritis yang bisa ditimbulkan berasal dari bakteri. Oleh karena itu untuk menentukan nilai k, kita dapat menggunakan rumus:

$$\ln (Q_t/Q_0) = -kt \quad k = -[\ln (Q_t/Q_0)]/t \text{ (Toledo, 2007)}$$

Ket :  $(Q_t/Q_0)$  = Penurunan indeks mutu dan k = laju penurunan mutu produk

### Laju Penurunan Mutu (K) Dan Indeks Penurunan Mutu

Selanjutnya untuk menentukan laju penurunan mutu atau K maka diperlukan nilai dari  $\ln (Q_1/Q_0)$ , dalam hal ini pada kemasan produk tidak dicantumkan berapa mutu awal dan akhir, sehingga kita dapat menggunakan asumsi skala indeks mutu awal produk ( $Q_0$ ) adalah 1 dan indeks mutu akhir atau kritisnya ( $Q_1$ ) adalah 0,4. Maka diperoleh nilai penurunan indeks mutu ( $Q_t /Q_0$ ) sebesar  $0,4/1 = 0,4$ . Sehingga nilai k adalah :

$$k = -[\ln (Q_t/Q_0)]/t = -[\ln (0,4/1)]/t = -[\ln (0,4)]/t = -[-0,9163]/t = 0,9163/t$$

### Pemodelan Arrhenius

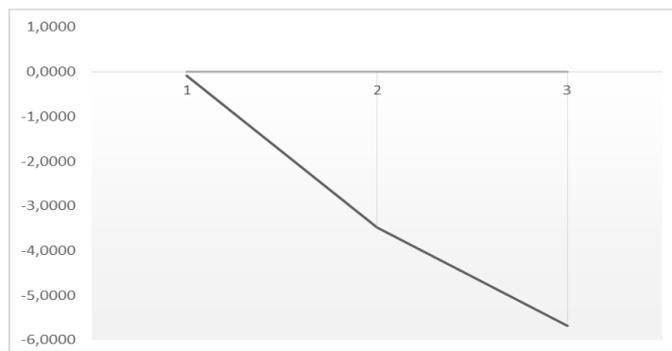
Pemodelan Arrhenius merupakan kurva hubungan antara  $\ln K$  dan  $1/T$ . suhu dalam pemodelan ini harus dikonversi terlebih dahulu menjadi kelvin. Hasil persamaan nilai  $\ln K$  dan  $1/T$  adalah sebagai berikut :

Tabel 2 Data Pemodelan Arrhenius

t	k (hari)	ln K	T (C)	T(K)	1/T
1	0.9163	-0.0874	25	298	0.0034
30	0.0305	-3.4886	0	273	0.0037
270	0.0034	-5.6858	-18	255	0.0039

### KURVA HUBUNGAN $\ln K$ DAN $1/T$

Setelah pemodelan Arrhenius diketahui yaitu persamaan nilai  $\ln K$  dan  $1/T$  maka diplot kan dalam kurva sehingga didapatkan regresi linear Arrhenius. Produk burger sapi bartoz mempunyai nilai  $\ln K = -11208x + 38,008 (1/T)$  dengan nilai  $R^2$  adalah 0,9999 seperti pada Gambar 2.



Gambar 1 Kurva Antara  $\ln K$  Dan  $1/T$

Grafik menunjukkan adanya penurunan pada setiap suhunya sehingga menandakan bahwa setiap penurunan suhu yaitu  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  dan  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  akan semakin lambat terjadinya kerusakan pada produk.

### Pengujian Model Arrhenius

Pengujian model arrhenius ini akan menunjukkan lama penyimpanan berdasarkan perhitungan menggunakan nilai  $\ln K$  yang didapat dari regresi kurva :  $\ln k = 38.008 - 11208(1/T)$

### Perbandingan Umur Simpan Label

Tabel 3. Perbandingan umur simpan kemasan dan perhitungan

Suhu penyimpanan ( $^{\circ}\text{C}$ )	Lama Penyimpanan ( Hari )	
	Kemasan	Perhitungan Arrhenius
25	1 hari	0,62 hari
0	30 hari	19,29 hari
-18	9 bulan / 270 hari	349,86 hari

Berdasarkan tabel diatas untuk suhu  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  pada kemasan lama penyimpanannya adalah 1 hari sedangkan pada perhitungan Arrhenius lama

penyimpanannya adalah 0,62 hari atau 1 hari kurang. Selanjutnya suhu 0 °C pada kemasan lama penyimpanannya adalah 30 hari sedangkan pada perhitungan Arrhenius lama penyimpanannya adalah 19,29 hari tidak sampai 30 hari. Lalu pada suhu -18 °C pada kemasan lama penyimpanannya adalah 9 bulan / 270 hari sedangkan pada perhitungan Arrhenius lama penyimpanannya adalah 349,86 hari atau 9 bulan lebih bahkan mendekati 1 tahun. Hasil ini dapat membuktikan bahwa penurunan suhu dapat membuat umur simpan atau lama penyimpanan suatu produk akan semakin lama.

### **Pengujian Suhu Lain**

Pengujian suhu lain adalah untuk melihat apabila produk disimpan pada suhu yang tidak ditentukan pada kemasan maka lama penyimpanannya akan berapa lama. Suhu lain yang digunakan adalah 30 °C.

$$T = 30 \text{ }^{\circ}\text{C}, T = 30 + 273 = 303 \text{ K}, 1/T = 1/303 = 0,003300 \text{ K}^{-1}$$

$$\ln k = 38.008 - 11208(1/T)$$

$$\ln k = 38.008 - 11208(0,003300)$$

$$\ln k = 1,01790 \text{ maka nilai } k = e^{1,01790} = 2,7673$$

$$t = -[\ln(Q_t/Q_0)]/k = -[\ln 0,4]/2,7673 = 0,9163/2,7673 = 0,33 \text{ hari}$$

Pada pengujian suhu lain yaitu suhu 30 °C ternyata produk dapat bertahan selama 0,33 hari.

### **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian perhitungan Arrhenius pada produk pangan beku didapatkan hasil untuk produk burger sapi "Bartoz" suhu 25 °C pada kemasan lama penyimpanannya adalah 1 hari p pada perhitungan Arrhenius lama penyimpanannya adalah 0,62 hari atau 1 hari kurang. Selanjutnya suhu 0 °C pada kemasan lama penyimpanannya adalah 30 hari sedangkan pada perhitungan Arrhenius lama penyimpanannya adalah 19,29 hari tidak sampai 30 hari. Lalu pada suhu -18 °C pada kemasan lama penyimpanannya adalah 9 bulan / 270 hari sedangkan pada perhitungan Arrhenius lama penyimpanannya adalah 349,86 hari

atau 9 bulan lebih bahkan mendekati 1 tahun lamanya. Perbedaan hasil hitung dengan umur simpan pada label kemasan karena adanya beberapa asumsi pada analisis menggunakan Arrhenius ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anjarsari, B. (2010). Pangan Hewani Fisiologi Pasca Mortem dan Teknologi. Graha Ilmu.
- Arpah. (2007). Penetapan Kadaluarsa Pangan. Departemen Teknologi Pangan dan Gizi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Hal 13-114.
- Asiah N., Cempaka, L., & David, W. (2018). Panduan Praktis Pendugaan Umur Simpan Produk Pangan. Universitas Bakrie Press, e-ISBN : 978-602-7989-15-3.
- Bachtiar, F. (2018). Analisa Boraks dan Formalin Pada Berbagai Olahan Frozen Food di Daerah Mulyosari. Disertasi. Universitas Muhammadiyah Surabaya, Surabaya.
- BSN. (2018). SNI 8503: Burger sapi. Jakarta
- Cory, M. (2009). Analisis Kandungan Nitrit dan Pewarna Merah pada Daging Burger yang dijual di Pasar Grosir Medan, Universitas Sumetara Utara, Medan.
- Fitri, Zusi Eka, Kurniawan, M., F., & Kusumaningrum, I. (2021). Analisis Keamanan Pangan Melalui Identifikasi Kandungan Boraks, Formalin Escherichia coli Pada Bakso Ikan di Kota Tanjungpinang. *Jurnal Agroindustri Halal*. 7(2): 126 – 133.
- Hasanah, S., U., F., Kurniawan, M. F., & Aminah, S. (2021). Analisis Kandungan Formalin pada Ikan Asin Pasar Tradisional Sukabumi Serta Hubungannya Dengan Pengetahuan Penjual Tentang Formalin. *J. Gipas*. 5(2): 18-34.
- Herawati, H. (2008). Penentuan Umur Simpan Pada Produk Pangan. *Jurnal Litbang Pertanian*, 27(4).
- Nuraini, V., & Widanti, Y., A. (2020). Pendugaan Umur Simpan Makanan Tradisional Berbahan Dasar Beras Dengan Metode Accelerated Shelf-Life Testing (Aslt)

- Melalui Pendekatan Arrhenius dan Kadar Air Kritis. *Jurnal Agroteknologi* , 14 (02), 189-198.
- 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. (2010). Ilmu dan Teknologi Daging. Gadjah Mada University Press., Yogyakarta.
- Syarief, R., & Halid, H. (1993). Teknologi Penyimpanan Pangan. ARCAN Press, Bogor.
- Toledo, R., T. (2007). Fundamentals of Food Process Engineering. Third Edition. Springer, Newyork