



## Surya Octagon Interdisciplinary Journal of Science and Technology

Original Research

### Evaluasi Ketepatan Saran Waktu dan Suhu Penyimpanan yang Tercantum dalam Label Kemasan Produk Daging

*Evaluation of the Accuracy of Storage Time and Temperature Suggestion Listed in the Meat Product Packaging Label*

#### INFO ARTIKEL

Diterima : 18 / 05 / 2018  
 Direvisi : 01 / 06 / 2018  
 Disetujui : 25 / 06 / 2018  
 Tersedia *online* : 30 / 06 / 2018

Email korespondensi:  
 warsono.el.kiyat@gmail.com

#### ABSTRACT

Food shelf life can be determined by the critical factors that are most rapidly deteriorated. It can be evaluated by using Arrhenius method. This study aimed to determine the basis used by a company in evaluating the shelf life of food products. Observations were carried out on processed beef products sold in supermarkets in Bogor. Samples studied were meatballs, sausage, and beef burgers purchased from supermarkets under various trademarks. The calculation of shelf life was mathematically carried out by Arrhenius method that was through the measurement of the rate of quality parameter degradation. The results showed that Arrhenius model could be used to measure the rate of quality reduction of meatballs, sausage, and burger meat products so it could be predicted the shelf life of the product. The assumption used by the producers was quite appropriate because it was in accordance with the Arrhenius method.

**Keywords:** Arrhenius method, beef burger, food shelf life, meatball, sausage

#### PENDAHULUAN

Umur simpan produk pangan adalah selang waktu antara saat produksi hingga saat konsumsi yaitu produk berada dalam kondisi memuaskan pada sifat-sifat penampakan, rasa, aroma tekstur dan nilai gizi (IFST, 1974). Faktor-faktor yang mempengaruhi umur simpan antara lain jenis produk atau jenis pengemas, model kerusakan mutu, dan kondisi penyimpanan/distribusi. Umur simpan produk ditentukan oleh faktor kritis yang paling cepat berubah dan mengindikasikan produk mengalami kerusakan, seperti: tekstur, flavor, odor atau gizi dari produk pangan (Singh dan Cadwallader, 2003). Salah satu cara untuk memperkirakan umur simpan produk pangan adalah dengan menggunakan metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) model Arrhenius. Metode ini menghitung umur simpan berdasarkan pada penyimpanan produk pada suhu penyimpanan (Dermensonlougou et al., 2008) yang dapat mempercepat terjadinya penurunan mutu produk pangan (mutu sensori, fisik atau kimia) (Arpah dan Syarief, 2000). Secara umum, produk pangan lebih mudah mengalami kerusakan pada suhu

penyimpanan yang lebih tinggi dari suhu penyimpanan normal.

Data kinetika perubahan mutu selama penyimpanan pada masing-masing suhu dihitung untuk memperoleh konstanta perubahan mutu (nilai k). Kinetika perubahan mutu dapat mengikuti model reaksi ordo 0 atau 1. Data nilai k yang menunjukkan laju perubahan mutu pada masing-masing suhu selanjutnya diplotkan ke dalam model persamaan Arrhenius, yaitu fungsi hubungan antara  $1/T$  terhadap nilai k, dengan T adalah suhu penyimpanan (dalam satuan Kelvin). Dalam hal ini dipilih parameter mutu yang memiliki nilai k dan  $R^2$  tinggi, serta mengikuti pola yang konsisten dengan perubahan suhu (Labuza, 1984).

Daging merupakan produk pangan hasil ternak yang kaya gizi (Jahidin, 2016). Kandungan protein yang tinggi dan kadar Aw yang juga tinggi menyebabkan daging mudah mengalami kerusakan yang terutama disebabkan oleh mikroba. Produk olahan daging yang banyak beredar di pasaran adalah bakso, sosis, daging burger. Sifatnya yang mudah rusak dan variasi produk yang beragam merupakan hal yang sangat penting untuk dijadikan

bahasan utama dalam tulisan ini. Secara umum tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi ketepatan saran waktu dan suhu penyimpanan yang tercantum dalam label kemasan produk daging. Tujuan khususnya yaitu untuk mengetahui dasar yang digunakan oleh suatu perusahaan dalam menentukan umur simpan produk pangan dalam hal ini adalah produk bakso, sosis dan daging burger dengan merk daging yang bervariasi.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan menggunakan metode kuantitatif. Peneliti tidak melakukan eksperimen secara langsung pada produk yang diteliti karena evaluasi ketepatan prediksi umur simpan ini membutuhkan waktu yang lebih cepat. Observasi dilakukan pada produk olahan daging sapi yang dijual di supermarket di daerah Bogor. Pengamatan terhadap penampakan produk, keterangan pada label kemasan, dan kondisi penyimpanan/penyajian di supermarket menjadi fokus utama penelitian. Keterangan pada label yang menjadi perhatian adalah jenis produk, nama dagang (merk), izin produksi, waktu kadaluarsa, dan saran penyimpanan. Berdasarkan saran penyimpanan yang tercantum pada label, sampel dievaluasi apakah suhu dan lama penyimpanan yang disarankan sudah sesuai dengan perhitungan menggunakan persamaan Arrhenius. Sampel yang diteliti berupa produk bakso, sosis, dan burger daging sapi yang dibeli dari supermarket dengan merk dagang yang bervariasi. Merk produk bakso yang diteliti yaitu: Kusno, Farmhouse, dan Giant; merk produk sosis di antaranya: Basis, Vida dan Bernardi; sementara produk daging burger yaitu: Farmhouse, Willy, dan Irene.

Pengecekan tanggal kadaluarsa produk bakso, sosis dan burger daging sapi diketahui dari label yang tercantum pada kemasan produk. Masa simpan produk diketahui dari rentang waktu mulai dari tanggal produksi produk hingga berakhirnya umur simpan produk (tanggal kadaluarsa produk) yang tercantum pada kemasan. Selain itu, produsen juga mencantumkan saran penyimpanan produk seperti yang disajikan pada Tabel 1. Perhitungan umur simpan secara matematis dilakukan dengan metode Arrhenius yaitu melalui pengukuran laju penurunan parameter mutu (Singh, 1999). Penetapan model Arrhenius dilakukan dengan mengambil beberapa asumsi yang berlaku terhadap pangan tersebut.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Penanganan Produk

Produk olahan daging sapi yang banyak beredar di pasaran (supermarket) daerah Bogor adalah bakso, sosis, daging burger, dan daging asap dengan berbagai merk dagang. Semua merk produk olahan daging yang disurvei mempunyai izin produksi dengan kode MD dari Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM). Hal ini sesuai dengan aturan tentang cara produksi pangan yang baik untuk industri

rumah tangga (BPOM, 2012) dan aturan tentang tata laksana pendaftaran pangan olahan (BPOM, 2011). Kedua aturan tersebut menyebutkan bahwa untuk produk olahan pangan yang dibekukan harus memiliki izin produksi dari BPOM dan bukan dari Dinas Kesehatan setempat.

Salah satu cara dalam menentukan umur simpan suatu produk pangan dapat dilakukan dengan melakukan proses penyimpanan produk dalam kondisi penyimpanan yang sebenarnya. Model Arrhenius merupakan metode yang biasa digunakan untuk menduga umur simpan produk pangan dengan mengukur laju penurunan mutunya. Produk yang dianalisis pada penelitian ini merupakan produk bakso, sosis dan daging burger yang mencantumkan saran dan penyimpanan produk pada kemasan bagian belakang seperti yang terdapat pada Tabel 1. Oleh karena itu, diduga produsen tersebut melakukan beberapa asumsi dalam penentuan masa simpan produk.

Tabel 1 menunjukkan bahwa baik produk bakso, sosis dan daging burger masih dapat dikonsumsi selama hitungan hari hingga beberapa bulan dengan catatan harus sesuai dengan suhu penyimpanan produk pangan seperti disebutkan pada petunjuk penyimpanan. Berdasarkan hal tersebut, dapat diartikan bahwa daya simpan produk dipengaruhi oleh suhu penyimpanan, dimana semakin rendah suhu yang digunakan maka semakin awet produk sehingga waktu yang dibutuhkan bagi produk untuk rusak semakin lama. Begitu juga sebaliknya, produk akan lebih cepat rusak jika disimpan pada suhu yang lebih tinggi.

Beberapa sampel pangan yang diteliti seluruhnya berupa produk beku olahan daging berupa burger, bakso dan sosis. Beragam jenis produk beku memiliki stabilitas berbeda dalam penyimpanan beku bergantung seberapa cepat pangan tersebut menimbulkan aroma yang tidak wajar dan apakah terjadi perubahan warna dengan mudah. Pada satu jenis pangan beku dapat menghasilkan stabilitas yang berbeda bergantung sejumlah faktor termasuk kualitas bahan baku dan ingredien produk, cara pembuatan dan pengemasan. Secara umum, penyimpanan dapat diperpanjang secara signifikan dengan semakin dingin suhu. Pada umumnya, diperlukan penyimpanan pada suhu  $-18^{\circ}\text{C}$  atau di bawahnya jika disimpan melebihi 6 bulan.

Sejumlah prediksi telah dibuat untuk memperkirakan berapa lama kategori tertentu produk dapat secara efektif disimpan tanpa menyebabkan penurunan kualitas produk. Periode penyimpanan ini secara umum disebut *practical storage life* (PSL) atau umur simpan yang kira-kira ekuivalen dengan durasi penerimaan konsumen. Tabel 2 berikut adalah contoh kategori suhu penyimpanan untuk daging mentah atau setengah matang mengandung lemak menurut WFLO (2008).

Produk daging mengandung lemak memiliki rentang penyimpanan lebih pendek dibandingkan tanpa lemak. Kandungan lemak yang tinggi dapat menyebabkan ketengikan oksidatif dan bau, sehingga menurunkan umur simpan hingga sekitar setengahnya dibandingkan daging tanpa lemak. Paparan suhu tinggi dapat menyebabkan penurunan kualitas produk beku. Akan tetapi, paparan dengan waktu yang singkat dari suhu tinggi tersebut bukan hal yang serius. Kerusakan terjadi jika seringkali terkena suhu tinggi dalam waktu lama. Fluktuasi suhu harus dihindari karena menyebabkan migrasi kelembaban dari produk atau pada kemasan yang menyebabkan pembentukan kristal es dan dehidrasi parsial pada produk. Secara umum, suhu produk lebih penting daripada suhu udara. Perubahan suhu udara pada periode singkat kemungkinan tidak mempengaruhi suhu produk secara signifikan.

yang sudah dikeluarkan dari kotak dan ditempatkan satu-persatu pada etalase akan lebih cepat naik ketika terpapar suhu yang tinggi dan mendingin dengan lambat ketika ditempatkan pada suhu ruang. Suhu produk yang dikemas dalam wadah tipis juga akan naik lebih cepat dibandingkan yang dikemas lebih tebal.

Pembekuan mencegah kerusakan pangan yang disebabkan agen pembusuk termasuk bakteri, kapang dan khamir yang tidak aktif pada suhu dibawah sekitar  $-10^{\circ}\text{C}$ . Selama penyimpanan beku, sel vegetatif dari mikroorganisme secara bertahap mengalami kematian, sementara bakteri yang membentuk spora tahan terhadap suhu rendah. Maka, pertumbuhan mikroorganisme kembali terjadi ketika dikembalikan pada suhu yang sesuai. Oleh karena itu, harus dipastikan bahwa bahan baku yang digunakan memiliki kualitas baik secara mikrobiologi.

**Tabel 1.** Saran penyimpanan produk bakso, sosis dan burger daging sapi dari berbagai merk

Produk	Merk Dagang	Lama Penyimpanan (hari)	Suhu Penyimpanan ( $^{\circ}\text{C}$ )
Bakso	Kusno	1	25
		30	5
		90	-20
	Farmhouse	1	25
		30	5
		60	-20
	Giant	1	25
		45	5
		180	-20
Sosis	Basis	3	25
		30	5
		80	-20
	Vida	1	25
		30	5
		90	-18
	Bernardi	1	25
		45	5
		210	-18
Daging Burger	Famhouse	1	25
		30	5
		90	-18
	Willy	1	25
		30	5
		90	-18
	Irene	1	25
		30	5
		60	-20

Peralatan refrigerasi yang umum digunakan untuk memindahkan produk pangan beku didesain untuk menghilangkan panas yang kemungkinan menetes pada kompartemen *railcar*, truk atau wadah. Jika produk disimpan pada suhu lebih hangat dari  $-18^{\circ}\text{C}$ , hanya ada sedikit kemungkinan suhu produk menurun selama transit. Sama halnya dengan tempat memajang di toko tidak menghilangkan secara signifikan panas dari produk beku. Oleh karena itu, sangat penting untuk produk beku berada pada suhu  $-18^{\circ}\text{C}$  atau lebih dingin ketika dibawa atau ditempatkan dalam lemari etalase. Suhu pada produk

Berdasarkan pengamatan di supermarketasa simpan produk olahan daging sebaiknya dituliskan kurang dari 3 bulan. Hal ini mengingat suhu penyimpanan produk dapat berfluktuasi selama distribusi di supermarket maupun penyimpanan oleh konsumen. Waktu 3 bulan adalah masa simpan produk jika suhu penyimpanannya sama dengan atau lebih rendah dari  $-18^{\circ}\text{C}$ . Padahal suhu penyimpanan tersebut sulit tercapai. Hasil pengamatan yang dilakukan di supermarket tempat produk tersebut dijual menunjukkan bahwa produk olahan daging ini hanya diletakkan pada rak berpendingin (*chiller*)

dengan suhu (-2°C) sampai +2°C. Penyimpanan produk bukan pada rak bersuhu beku (*freezer*) akan mengakibatkan masa simpan produk menjadi lebih singkat (kurang dari 3 bulan).

**Tabel 2.** PSL daging mentah atau setengah matang

Suhu penyimpanan (°C)	Waktu penyimpanan (bulan)
-5	1 – 5
-10	6 – 17
-15	10 – 27
-20	13 – 40
-25	20 – 60
-30	30 – 70

Sumber: WFLO (2008)

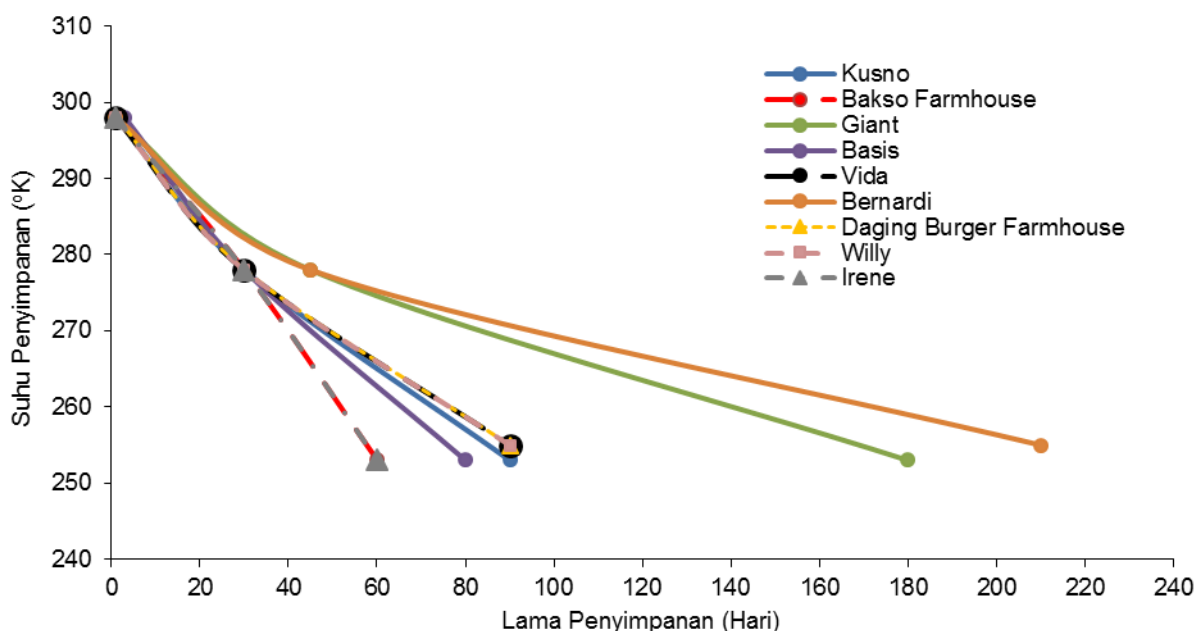
Cara penulisan keterangan petunjuk penyimpanan yang tercantum pada label dapat berbeda-beda pada setiap merk. Ada produk yang mencantumkan dengan cara penyimpanan produk yang disarankan lengkap dengan lama waktu penyimpanannya, ada yang hanya menyebutkan suhu penyimpanan yang disarankan tanpa keterangan lama penyimpanan, dan ada juga yang tidak memberikan petunjuk penyimpanan produk (daging asap Bernardi). Produk dengan merk yang sama atau berasal dari produsen yang sama menuliskan keterangan petunjuk penyimpanan yang sama walaupun produk olahan dagingnya berbeda. Sebagai contoh produk dengan merk dagang Farmhouse, Vida, Willy, dan Irene. Meskipun produknya berbeda (bakso, sosis, daging burger, atau daging asap)

sehingga ordo laju reaksi perubahan mutu organoleptik yang digunakan adalah ordo nol dengan plot waktu penyimpanan (hari) sebagai sumbu X dan plot suhu penyimpanan (K) sebagai sumbu Y. Berdasarkan data yang diperoleh, hubungan antara waktu penyimpanan dan suhu penyimpanan ditunjukkan pada Gambar 1.

Berdasarkan plot antara pengaruh suhu penyimpanan terhadap waktu penyimpanan, diperoleh persamaan yang bervariasi diantara merk masing-masing produk bakso, sosis dan daging burger. Begitu juga nilai R<sup>2</sup> yang diperoleh, yaitu dari 0,9518 – 0,9971 untuk produk bakso, 0,9224 – 0,9887 untuk produk sosis dan 0,9752 – 0,9971 untuk produk daging burger. Menurut Hariyadi et al. (2004), untuk tujuan perhitungan umur simpan dipilih parameter mutu yang memberikan nilai R<sup>2</sup> yang cukup besar (>0,75). Hal ini mengindikasikan bahwa pendugaan umur simpan yang dilakukan oleh produsen bakso, sosis dan daging burger adalah benar karena R<sup>2</sup>>0,75.

Hal yang unik terjadi pada produk daging burger dengan merk Farmhouse dan Willy, dimana memiliki persamaan dan nilai R<sup>2</sup> yang sama. Hal ini diduga kedua merk tersebut diproduksi oleh produsen yang sama. Penyebab lain juga dapat terjadi yaitu kemungkinan kedua produk tersebut memiliki karakteristik yang sama sehingga produsen mencantumkan saran suhu dan lama penyimpanan yang sama.

Aktivitas mikroba yang semakin meningkat seiring dengan peningkatan suhu diduga berkaitan dengan asumsi yang dilakukan oleh produsen dalam



**Gambar 1.** Hubungan antara waktu penyimpanan dan suhu penyimpanan

namun keterangan petunjuk penyimpanan yang diberikan sama.

**Kurva Pendugaan Umur Simpan**

Produk bakso, sosis dan burger pada umumnya didistribusikan dalam kondisi beku (suhu -18°C)

menentukan umur simpan produk. Ketiga jenis produk tersebut diduga masih rentan terhadap mikroorganisme seperti bakteri karena dilihat dari kandungan Aw dan pH yang tergolong tinggi (Aw > 0,85 dan pH > 4,6). Oleh karena itu, produk tersebut termasuk dalam jenis pangan yang memiliki tingkat

risiko yang tinggi (*high risk food*). Menurut Lawrie (2003), semakin tinggi tingkat pertumbuhan mikroba dipengaruhi oleh semakin tingginya temperatur. Perlu diperhatikan bahwa mikroba psikrofilik optimum pada suhu -2°C dan 7°C, mesofilik antara 10°C dan 40°C dan termofilik yaitu dari 43°C hingga 66°C (Amalia, 2012).

**Kurva Hubungan antara Nilai k (Konstanta Laju Reaksi) dan Suhu Penyimpanan (K) Menggunakan Model Arrhenius**

Nilai k mengalami perubahan seiring dengan perubahan kondisi suhu dan dapat ditentukan dengan rumus:  $\ln k = t_s / \ln (Q_0/Q_s)$  dengan asumsi  $Q_0/Q_s = 10$ , yaitu  $t_s$  = waktu kadaluarsa;  $Q_0$  = mutu awal produk; dan  $Q_s$  = mutu akhir produk. Penggunaan

segar serta beberapa pangan beku), reaksi pencoklatan non-enzimatis (seperti pada biji-bijian kering, dan produk susu kering), dan reaksi oksidasi lemak (misalnya peningkatan ketengikan pada snack, makanan kering dan pangan beku). Berdasarkan rumus tersebut, dapat diperoleh nilai Ln k. Adapun nilai Ln k dari berbagai merk pada produk bakso, sosis dan daging burger disajikan pada Tabel 3.

Menurut BSN (2009), batas cemaran mikroorganisme yang dipersyaratkan dalam produk pangan sebesar  $10^5$  koloni/g untuk ALT (Angka Lempeng Total) pada suhu penyimpanan yaitu 30°C selama 72 jam. Perhitungan lanjutan diperlukan untuk mengetahui lebih detail ketepatan umur simpan yang disesuaikan dengan semua penyimpanan yang

**Tabel 3.** Perhitungan k pada tiga suhu penyimpanan produk bakso, sosis dan daging burger pada berbagai merk

Produk	Merk Dagang	Lama Penyimpanan (ts)(hari)	Suhu Penyimpanan (°C)	K	1/T	Ln Q <sub>0</sub> /Q <sub>s</sub> = 10	Ln K
Bakso	Kusno	1	25	298	0,003356	2,30260	0,43429
		30	5	278	0,003597	2,30260	13,02875
		90	-20	253	0,003953	2,30260	39,08625
	Farmhouse	1	25	298	0,003356	2,30260	0,43429
		30	5	278	0,003597	2,30260	13,02875
		60	-20	253	0,003953	2,30260	26,05750
	Giant	1	25	298	0,003356	2,30260	0,43429
		45	5	278	0,003597	2,30260	19,54313
		180	-20	253	0,003953	2,30260	78,17250
Sosis	Basis	3	25	298	0,003356	2,30260	1,30288
		30	5	278	0,003597	2,30260	13,02875
		80	-20	253	0,003953	2,30260	34,74333
	Vida	1	25	298	0,003356	2,30260	0,43429
		30	5	278	0,003597	2,30260	13,02875
		90	-18	255	0,003922	2,30260	39,08625
	Bernardi	1	25	298	0,003356	2,30260	0,43429
		45	5	278	0,003597	2,30260	19,54313
		210	-18	255	0,003922	2,30260	91,20125
Daging Burger	Famhouse	1	25	298	0,003356	2,30260	0,43429
		30	5	278	0,003597	2,30260	13,02875
		90	-18	255	0,003922	2,30260	39,08625
	Willy	1	25	298	0,003356	2,30260	0,43429
		30	5	278	0,003597	2,30260	13,02875
		90	-18	255	0,003922	2,30260	39,08625
	Irene	1	25	298	0,003356	2,30260	0,43429
		30	5	278	0,003597	2,30260	13,02875
		60	-20	253	0,003953	2,30260	26,05750

asumsi tersebut dilakukan berdasarkan karakteristik produk yang diteliti yaitu merupakan produk beku. Menurut Labuza (1982), tipe penurunan mutu produk pangan yang mengikuti model reaksi ordo nol adalah degradasi enzimatis (seperti pada buah dan sayuran

diasumsikan oleh produsen, yaitu dilakukan asumsi dengan jumlah koloni pada mutu awal (N<sub>0</sub>) produk bakso, sosis dan daging burger yaitu  $10^1$  koloni/g, dan mutu akhir (N<sub>s</sub>) sebesar  $10^6$  koloni/g. Hal ini dilakukan karena ketiga produk tersebut merupakan produk

beku, sehingga mengikuti asumsi penurunan mutu atau laju reaksi ordo nol ( $n = 0$ ) (Labuza, 1982). Oleh karena itu, nilai  $No/Ns = 0,00001$ ; dengan  $Ln (No/Ns) = 11,51$ . Berdasarkan rumus  $ts = (Ln No/Ns)/k$ , maka diperoleh data pada Tabel 4.

berubah seiring dengan terjadinya perubahan suhu. Pada penelitian ini, dilakukan juga analisis terkait nilai  $Ln k$  dengan  $1/T$  untuk mengetahui karakteristik energi aktivasi. Adapun hubungan antara  $Ln k$  dengan  $1/T$  disajikan pada Gambar 3.

**Tabel 4.** Data perhitungan pendugaan umur simpan

Produk	Merk Dagang	ts (hari)	ts (jam)	T (K)	1/T	Ln (No/Ns)	k	Ln k	ts hitung (s)= [Ln (No/Ns)]/k
Bakso	Kusno	1	24	298	0,003356	11,51	0,47958	-0,73484	24
		30	720	278	0,003597	11,51	0,01599	-4,13603	720
		90	2160	253	0,003953	11,51	0,00533	-5,23465	2160
	Farmhouse	1	24	298	0,003356	11,51	0,47958	-0,73484	24
		30	720	278	0,003597	11,51	0,01599	-4,13603	720
		60	1440	253	0,003953	11,51	0,00799	-4,82918	1440
	Giant	1	24	298	0,003356	11,51	0,47958	-0,73484	24
		45	1080	278	0,003597	11,51	0,01066	-4,54150	1080
		180	4320	253	0,003953	11,51	0,00266	-5,92779	4320
Sosis	Basis	3	72	298	0,003356	11,51	0,15986	-1,83345	72
		30	720	278	0,003597	11,51	0,01599	-4,13603	720
		80	1920	253	0,003953	11,51	0,00599	-5,11686	1920
	Vida	1	24	298	0,003356	11,51	0,47958	-0,73484	24
		30	720	278	0,003597	11,51	0,01599	-4,13603	720
		90	2160	255	0,003922	11,51	0,00533	-5,23465	2160
	Bernardi	1	24	298	0,003356	11,51	0,47958	-0,73484	24
		45	1080	278	0,003597	11,51	0,01066	-4,54150	1080
		210	5040	255	0,003922	11,51	0,00228	-6,08195	5040
Daging	Famhouse	1	24	298	0,003356	11,51	0,47958	-0,73484	24
Burger		30	720	278	0,003597	11,51	0,01599	-4,13603	720
		90	2160	255	0,003922	11,51	0,00533	-5,23465	2160
Burger	Willy	1	24	298	0,003356	11,51	0,47958	-0,73484	24
		30	720	278	0,003597	11,51	0,01599	-4,13603	720
		90	2160	255	0,003922	11,51	0,00533	-5,23465	2160
	Irene	1	24	298	0,003356	11,51	0,47958	-0,73484	24
		30	720	278	0,003597	11,51	0,01599	-4,13603	720
		60	1440	253	0,003953	11,51	0,00799	-4,82918	1440

Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 4, menunjukkan bahwa nilai  $ts$  hitung = nilai  $ts$  pada label sehingga saran penyimpanan produk bakso, sosis dan daging burger dari berbagai merk tersebut yang dilakukan oleh perusahaan sudah tepat. Menurut Amalia (2012), model Arrhenius dapat digunakan untuk mengukur laju penurunan mutu produk nugget ikan, sehingga dapat dilakukan pendugaan umur simpan produk tersebut. Tabel 3 menunjukkan nilai  $k$  dari setiap produk. Adapun hubungan antara konstanta laju reaksi dengan suhu penyimpanan dapat dilihat pada Gambar 2.

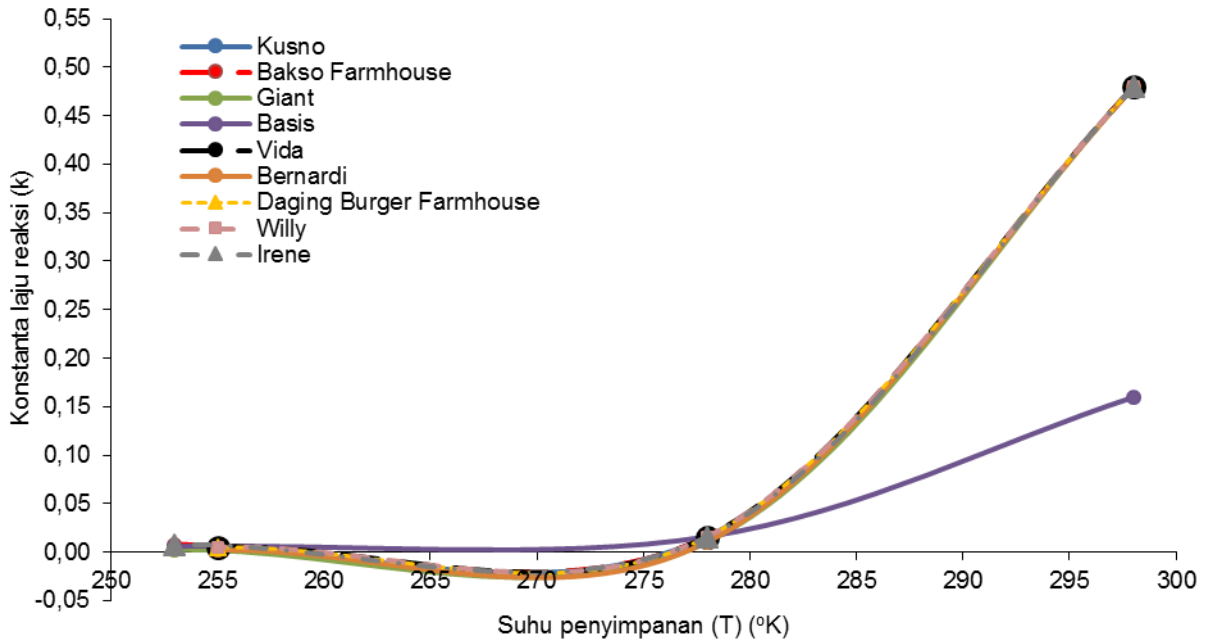
Berdasarkan Gambar 2, nilai  $k$  yang ditunjukkan cenderung konstan pada kondisi tertentu dan dapat

Berdasarkan kurva yang disajikan pada Gambar 3, dapat dijelaskan bahwa terkait dengan energi aktivasi, penurunan suhu akan menurunkan energi potensial suatu zat sehingga memperlambat terjadinya tumbukan antar molekul zat tersebut (pertumbuhan mikroorganisme), yang efektif untuk memulai terjadinya reaksi. Pada produk bakso, sosis dan daging burger, tumbukan-tumbukan molekul zat pada suhu ruang jauh lebih cepat dibandingkan dengan suhu pendinginan dan suhu pembekuan sehingga laju kerusakan yang terjadi semakin cepat.

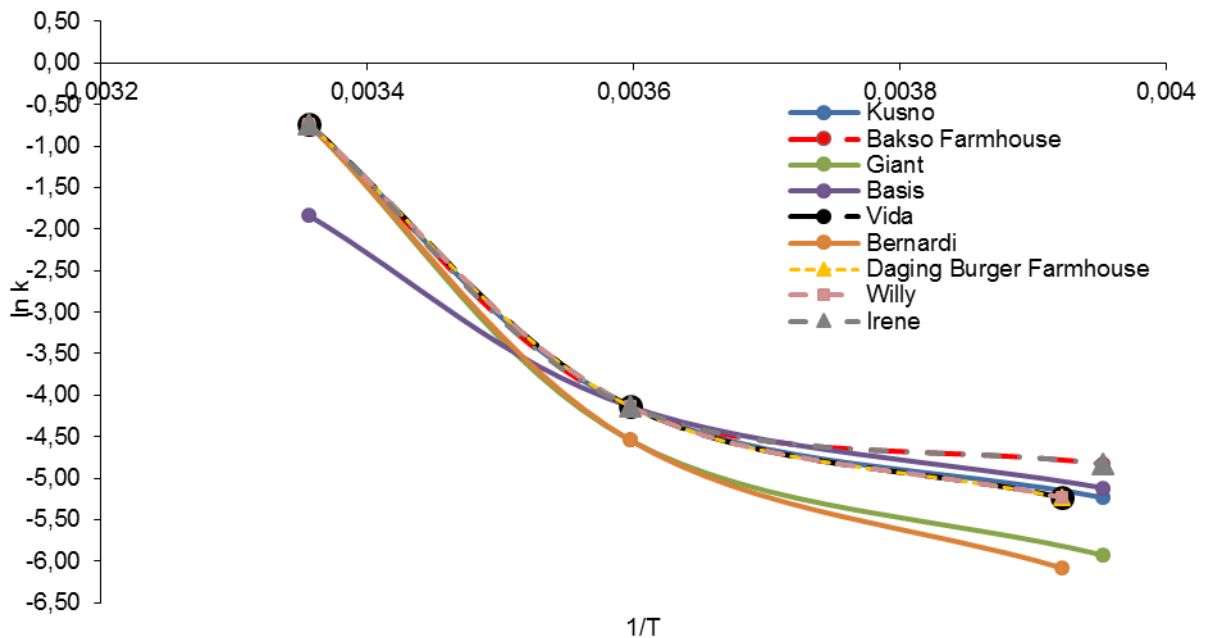
Menurut Mizhari (2004), ASLT dapat diaplikasikan pada setiap proses perusakan yang memiliki model kinetika yang valid. Proses tersebut

dapat secara kimia, fisik, biokimia atau mikrobial. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, sulit untuk menyimpulkan mengenai mekanisme kerusakan produk beku pada penyimpanan dari bentuk kurva yang dibuat berdasarkan data (t, T) yang tertera dibalik kemasan produk.

datang bersamaan) pada kasus ini difusi kemungkinan menjadi tahap penentu laju. Pada reaksi biologi, penyebab penting lain dari ketidaklinearan plot Arrhenius adalah inaktivasi termal enzim. Sejumlah reaksi biokimia (reaksi enzimatik) memiliki suhu optimum saat laju maksimum.



**Gambar 2.** Kurva hubungan antara konstanta laju reaksi dengan suhu penyimpanan



**Gambar 3.** Hubungan antara Ln k dengan 1/T

Kurva-kurva yang diperoleh melengkung atau tidak linear. Berdasarkan review Labuza (Labuza, 1984), mekanisme yang paling memungkinkan adalah degradasi enzimatik dan mikrobial. Alasan lain yang menyebabkan ketidaklinearan plot Arrhenius adalah reaksi-reaksi berurutan dengan laju yang mirip, adanya pengendalian non-kimia (contoh reaksi melibatkan sistem dalam dua atau lebih fase terbatas pada suhu yang tinggi dengan laju saat reaktan dapat

Berdasarkan hasil yang diperoleh, persamaan Arrhenius hanya berupa perkiraan penyimpanan. Cara terbaik untuk memperoleh suatu umur simpan untuk satu jenis pangan adalah dengan melakukan studi pada suhu yang diharapkan. Hal ini umumnya memakan waktu dan biaya (Labuza, 1984), tetapi perlu dilakukan karena keterbatasan model Arrhenius. Industri pangan beku umumnya menggunakan pendekatan yang lebih praktis. Seringkali, pangan

beku ditempatkan pada sejumlah siklus beku-mencair (*freeze-thaw*), dan jumlah siklus ketika terjadi penurunan kualitas ditentukan. Umur simpan diekstrapolasi pada suhu penyimpanan normal dan kondisi distribusi pada basis empiris. Uji ini lebih baik untuk alasan praktis, tetapi mengandung suhu interpretasi subjektif umur simpan produk. Selain itu, ekstrapolasi membutuhkan pengetahuan pendahuluan produk yang mirip, terutama kelengkapan sensori dan reaksi konsumen, karena kinetika degradasi tidak diperhitungkan bersama dengan penyimpanan. Kesulitan utama yang terjadi dalam mendesain percobaan yaitu hilangnya kualitas produk beku: (i) waktu percobaan yang lama dan (ii) fluktuasi suhu di dalam refrigerator. Isu kedua cukup relevan, karena fluktuasi termal mempercepat kehilangan kualitas dan menurunkan akurasi dimana parameter kinetika dapat diperkirakan, terutama jika suhu dianggap konstan selama analisis regresi.

### KESIMPULAN

Model Arrhenius dapat digunakan untuk mengukur laju penurunan mutu produk bakso, sosis dan daging burger sehingga dapat dilakukan pendugaan umur simpan produk tersebut. Saran suhu dan waktu penyimpanan yang digunakan oleh produsen adalah sesuai dengan hasil penentuan umur simpan dengan metode Arrhenius. Dasar saran tersebut adalah pertumbuhan mikroba pada berbagai kondisi suhu penyimpanan. Aktivitas mikroba mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan suhu dan lama penyimpanan sehingga menyebabkan perubahan pada produk dan mempengaruhi penerimaan konsumen terhadap produk. Akan tetapi, hal terpenting yang harus diperhitungkan adalah validitas model ini, terutama ketika perubahan dalam mekanisme reaksi kemungkinan terjadi akibat perubahan fase, terjadinya reaksi kompetitif dan sebagainya.

### DAFTAR PUSTAKA

- Amalia U. 2012. Pendugaan umur simpan produk nugget ikan dengan merk dagang fish nugget "So Lite". *Jurnal Saintek Perikanan* 8 (1):27-31.
- Arpah M, Syarif R. 2000. Evaluasi model-model pendugaan umur simpan pangan dari difusi hukum Frick Unidireksional. *Buletin Teknologi dan Industri Pangan* 16: 15-21.
- [BPOM] Badan Pengkajian Obat dan Makanan. 2011. Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor HK.03.1.5.12.11.09956 tentang Tata Laksana Pendaftaran Pangan Olahan. BPOM, Jakarta.
- [BPOM] Badan Pengkajian Obat dan Makanan. 2012. Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor HK.03.1.23.04.12.2206 tentang Cara Produksi Pangan yang Baik untuk Industri Rumah Tangga. BPOM, Jakarta.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2009. SNI 3788:2009 Batas Maksimum Cemaran Mikroba dalam Pangan. BSN, Jakarta.
- Dermensonloulou EK, Pougouri S, Taoukis PS. 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.

- Hariyadi P, Andarwulan N, Kusnandar F, Koswara S. 2004. Modul Pelatihan Pendugaan Umur Simpan. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan IPB, Bogor.
- [IFST] Institute of Food Science and Technology. 1974. Shelf life of food. *Journal of Food Science* 39: 861-865.
- Jahidin JR. 2016. Kualitas fisik daging asap dari daging yang berbeda pada pengasapan tradisional. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan* XIX (1): 27-34.
- Labuza TP. 1984. Application of chemical kinetics to deterioration of foods. *Journal of Chem. Education*, 61 (4), p 348.
- Lawrie RA. 2003. Ilmu Daging. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Mizrahi S. 2004. Accelerated Shelf-life Tests. Understanding and Measuring the Shelf-life of Food. Edited by R Steele. Woodhead Publishing Limited, London.
- Petrou AL, Maria R, Konstantinos T. 2002. The use of Arrhenius equation in the study of deterioration of cooking of foods. some scientific and pedagogic aspects. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe* 3 (1):87-97.
- Suyatma NE. 2012. Teknologi Pengemasan Pangan Lanjut. Mayor Ilmu Pangan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Singh TK, Cadwallader KR. 2003. Chapter 1: The Shelf Life of Foods: An Overview. In: Cadwallader KR, Weenen H (eds). *Freshness and Shelf Life of Foods ACS Symposium Series*. American Chemical Society, Washington DC.
- [WFLO] World Food Logistics Organization. *Frozen Foods Handling & Storage*. Revised 2008 WFLO Commodity Storage Manual. WFLO is indebted to Dr. David Arthey, Campden and Chorleywood Food Research Association, Chipping Campden, England; Dr. David Reid, Associate Dean, University of California, Davis; Dr. Kathryn Boor, Cornell University, Ithaca, New York; and Dr. Stephen Neel, WFLO.