

# METODE AKSELERASI DAN APLIKASINYA PADA PENDUGAAN UMUR SIMPAN SARI BELIMBING DALAM KEMASAN BOTOL GELAS

Syarifah Aminah, Tezar Ramdhan dan Muflihani Yanis

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jakarta  
Jl. Raya Ragunan No. 30 Pasar Minggu Jakarta Selatan  
Email: [bptp-jakarta@cbn.net.id](mailto:bptp-jakarta@cbn.net.id)

## ABSTRAK

Umur simpan biasanya dikenal oleh masyarakat dengan istilah masa kadaluwarsa yang berisi informasi tanggal, bulan dan tahun yang tercantum pada kemasan produk. Menurut Undang-undang No. 18 tahun 2012 tentang Pangan, informasi tersebut wajib dicantumkan oleh produsen pada label kemasan produk pangan. Dalam makalah ini ditelaah mengenai metode penentuan umur simpan yang paling banyak digunakan di industri pangan, yaitu metode akselerasi dengan menggunakan model *Arrhenius*. Model *Arrhenius* mensimulasikan percepatan kerusakan produk pada kondisi penyimpanan suhu tinggi di atas suhu penyimpanan normal. Laju reaksi kimia yang dapat memicu kerusakan produk pangan umumnya mengikuti laju reaksi ordo 0 dan ordo 1. Aplikasi metode akselerasi pada pendugaan umur simpan sari belimbing dalam kemasan botol gelas dilakukan terhadap parameter vitamin C sebagai titik kritis pada suhu penyimpanan yang berbeda.

**Kata kunci:** Umur simpan, pangan, sari belimbing, kemasan, Arrhenius

**ABSTRACT.** Syarifah Aminah, Tezar Ramdhan and Muflihani Yanis. 2013. Acceleration Method And Its Application On Self Life Determination Of Starfruit Juice Packed In Glass Bottle. Shelf life is usually known by the public as expire date, which marked by the date, month and year on the product packaging. According to UU No. 18/2012 about Food, expire date is one of the information that must be included by the manufacturers/producers on the packaging label of food products. The paper explains about the most widely used method of shelf life determination in the food industries, it is the acceleration method using the *Arrhenius* model. *Arrhenius* model simulate the accelerated destruction of the product under conditions of high temperature storage (above normal storage temperature). The rate of chemical reactions that can lead to damage of food products generally follow their action rate of the order 0 and order 1. Application of acceleration method on self life determination of starfruit juice packed in glass bottle using vitamin C as critical parameter during storage at different temperatures.

**Key words:** Shelf life, food, starfruit juice, Arrhenius, packaging

## PENDAHULUAN

Umur simpan adalah waktu atau masa dari saat pangan diproduksi sampai ketika kualitasnya turun sampai batas yang telah ditentukan menurut standar atau ketentuan yang berlaku dan tidak dapat lagi dikonsumsi. Menurut *Institut of Food Technology* (IFT) umur simpan produk pangan adalah selang waktu antara saat produksi hingga saat konsumsi dimana produk berada dalam kondisi yang memuaskan pada sifat penampakan, rasa, aroma, tekstur dan nilai gizi. Sedangkan *National Food Association* mendefinisikan umur simpan sebagai kondisi dimana produk secara umum dapat diterima untuk tujuan seperti yang diinginkan oleh konsumen dan selama bahan pengemas masih memiliki integritas serta memproteksi isi kemasan<sup>1</sup>.

Secara alami produk pangan baik dalam bentuk kering maupun basah akan mengalami kerusakan pada waktu tertentu atau mempunyai keterbatasan umur simpan baik yang dikemas maupun tidak dikemas. Kerusakan dapat terjadi pada saat proses produksi maupun penyimpanan. Umur simpan biasanya dikenal oleh masyarakat dengan istilah *masa kadaluwarsa* atau *expired date* yang diikuti dengan tanggal, bulan dan tahun yang tercantum pada kemasan produk. Keterangan masa kadaluwarsa merupakan salah satu informasi yang wajib dicantumkan oleh produsen pada label kemasan produk pangan. Kewajiban mencantumkan masa kadaluwarsa pada label kemasan diatur dalam Undang-Undang Pangan nomor 18 tahun 2012 dan Bab 8 tentang Label dan

Iklan Pangan, dimana setiap industri pangan wajib mencantumkan tanggal kadaluwarsa (*expired date*) pada setiap kemasan produk pangan.

Keterangan umur simpan sangat penting karena terkait dengan keamanan produk pangan untuk memberikan jaminan mutu pada saat produk sampai ke tangan konsumen. Bagi konsumen, keterangan umur simpan tidak hanya memberikan keyakinan tingkat keamanan pangan dan kelayakan konsumsi tetapi juga dapat memberikan petunjuk adanya perubahan citarasa, penampakan dan kandungan gizi produk tersebut.

Karena terkait dengan penerimaan konsumen, saat ini, pentingnya mencantumkan keterangan umur simpan pada kemasan produk telah disadari oleh seluruh produsen produk pangan baik industri besar maupun industri kecil. Sayangnya, tidak semua industri mampu menentukan tanggal kadaluwarsa produknya dengan metode yang tepat dan akurat. Terlebih, produsen pangan skala kecil seringkali menentukan tanggal kadaluwarsanya berdasarkan pengalaman dan perasaan saja.

Salah satu contohnya adalah produk sari belimbing yang banyak diproduksi oleh Kelompok Wanita Tani (KWT) di daerah Jakarta. Pendugaan umur simpan sari belimbing oleh KWT di Jakarta hanya berdasarkan pengalaman melalui pengamatan visual bahwa selama ini sari belimbing dalam botol gelas ukuran 550 ml masih belum ditumbuhi jamur meski telah disimpan selama 6 bulan. Lebih dari itu, ada juga KWT yang menetapkan umur simpan produknya berdasarkan ikut-ikutan. Dalam hal ini, karena suatu KWT menetapkan umur simpan sari belimbingnya 6 bulan maka KWT yang lain pun mengikuti mencantumkan umur simpan sari belimbing hasil produksinya selama 6 bulan.

Metode pendugaan umur simpan hanya berdasarkan pengamatan visual dan apalagi hanya berdasarkan ikut-ikutan saja sangat riskan dan bahkan bisa membahayakan konsumen. Untuk itu, perlu dilakukan berbagai upaya untuk memberikan informasi tentang penentuan umur yang ilmiah kepada produsen pangan, terutama yang berskala kecil. Oleh karena itu, makalah ini disusun untuk memberikan informasi mengenai pendugaan umur simpan produk pangan industri kecil, yaitu sari belimbing. Di dalam makalah ini ditelaah mengenai metode penentuan umur simpan yang paling banyak digunakan di industri pangan, yaitu metode akselerasi.

## PEMAHAMAN METODE AKSELERASI PENDUGAAN UMUR SIMPAN PRODUK PANGAN

Penentuan umur simpan suatu produk dilakukan dengan mengamati produk selama penyimpanan sampai terjadi perubahan yang tidak dapat diterima lagi oleh konsumen. Penentuan umur simpan dilakukan dengan mengamati perubahan yang terjadi pada produk selama selang waktu tertentu. Penurunan mutu makanan terutama dapat diketahui dari perubahan faktor mutu. Oleh karena itu dalam menentukan daya simpan mutu produk perlu dilakukan pengukuran terhadap atribut mutu produk tertentu.

Jenis parameter atau atribut mutu yang diuji tergantung pada jenis produknya. Untuk satu produk, yang diuji tidak semua parameter, melainkan salah satu yang menjadi *critical point*, yaitu yang paling cepat mengalami perubahan dan mempengaruhi penerimaan konsumen. Untuk produk berlemak parameternya biasanya ketengikan<sup>2</sup>. Produk yang disimpan dalam bentuk beku atau dalam kondisi dingin (misalnya susu pasteurisasi) parameternya berupa pertumbuhan mikroba<sup>3,4</sup>. Produk berwujud bubuk, cair atau kering yang diukur adalah kadar airnya<sup>5,6,7</sup>. Produk bentuk cair seperti sari buah belimbing dan sari buah jeruk yang diukur adalah vitamin C, perubahan warna, perubahan flavour dan pertumbuhan mikroba<sup>8</sup>.

Pendugaan umur simpan produk pangan dapat dilakukan dengan dua metode konsep penyimpanan produk pangan, yaitu *Extended Storage Studies* (ESS) dan *Accelerated Storage Studies* (ASS)/ *Accelerated Shelf Life Test* (ASLT)<sup>9,10,11</sup>. Metode ESS dikenal sebagai metode konvensional, yaitu penentuan tanggal kadaluwarsa dengan menyimpan suatu seri produk pada kondisi normal sehari-hari dan dilakukan pengamatan terhadap penurunan mutunya sehingga mencapai tingkat kadaluwarsa. Metode ESS memerlukan waktu yang panjang dan analisis parameter mutu yang relatif banyak sehingga saat ini tidak banyak digunakan oleh industri makanan atau digunakan sebagai kontrol pembandingan saja<sup>10</sup>. KWT-KWT yang memproduksi sari belimbing melakukan pendugaan umur simpan produknya seolah-olah dengan menggunakan metode ESS. Namun karena pengamatan hanya terbatas pada kerusakan visual, yaitu terjadinya pertumbuhan jamur dan atau terjadinya perubahan warna yang tidak lazim (warna aneh) akibat dari pertumbuhan jamur maka pendugaan umur simpan menjadi tidak akurat.

Metode yang banyak digunakan saat ini adalah metode ASS/ASLT. Telah banyak peneliti yang memperkenalkan dan menjabarkan secara detail prosedur penghitungan umur simpan dengan metode ASS/ASLT<sup>1,11,12,13,14</sup>. Metode ASS/ASLT digunakan untuk mempercepat pendugaan waktu umur simpan<sup>10</sup>. Kondisi penyimpanan pada metode ini diatur di luar kondisi normal sehingga produk dapat lebih cepat rusak dan penentuan umur simpan dapat ditentukan<sup>1</sup>. Dengan kata lain, salah satu keuntungan metode akselerasi yaitu waktu pengujian relatif singkat (3-4 bulan), namun ketepatan dan akurasinya tinggi<sup>15</sup>.

Salah satu metode ASLT adalah metode *Arrhenius* yang merupakan pendekatan semi empiris dengan bantuan persamaan *Arrhenius*. Model *Arrhenius* mensimulasikan percepatan kerusakan produk pada kondisi penyimpanan suhu tinggi di atas suhu penyimpanan normal. Secara umum, laju reaksi kimia akan semakin cepat pada suhu yang lebih tinggi yang berarti penurunan mutu produk semakin cepat terjadi<sup>16</sup>. Laju reaksi kimia yang dapat memicu kerusakan produk pangan umumnya mengikuti laju reaksi ordo 0 dan ordo 1 yaitu suatu cara pendekatan yang menggunakan teori kinetika yang pada umumnya mempunyai Ordo Nol atau Ordo Satu untuk bahan pangan<sup>17</sup>.

Tipe kerusakan pangan yang mengikuti model reaksi ordo nol meliputi kerusakan enzimatik, pencoklatan enzimatik dan reaksi oksidasi. Penurunan mutu ordo reaksi nol adalah penurunan mutu yang konstan, yaitu kecepatan penurunan mutu tersebut berlangsung tetap pada suhu konstan<sup>17</sup>. Sedangkan tipe kerusakan bahan pangan yang termasuk dalam reaksi ordo satu adalah (1) ketengikan (misalnya pada minyak salad dan sayuran kering); (2) pertumbuhan mikroorganisme (misal pada ikan dan daging, serta kematian mikroorganisme akibat perlakuan panas); (3) produksi *off flavor* oleh mikroba; (4) kerusakan vitamin dalam makanan kaleng dan makanan kering; dan (5) kehilangan mutu protein (makanan kering)<sup>18</sup>.

Metode ini dilakukan dengan menyimpan bahan atau produk pangan dengan kemasan akhir pada minimal tiga suhu. Kemudian tabulasi data dari penurunan mutu berdasarkan parameter mutu tertentu tersebut kemudian dimasukkan (*plotting*) ke dalam persamaan *Arrhenius*. Dari persamaan tersebut dapat ditentukan nilai k (konstanta penurunan mutu) dan umur simpan masing-masing bahan atau produk pangan pada berbagai suhu penyimpanan.

## Reaksi Ordo Nol

Tipe kerusakan yang mengikuti kinetika reaksi ordo nol meliputi reaksi kerusakan enzimatik, pencoklatan enzimatik dan reaksi oksidasi. Penurunan mutu ordo reaksi nol adalah penurunan mutu yang konstan, kecepatan penurunan mutu tersebut berlangsung tetap pada suhu konstan<sup>17</sup>.

Perhitungan umur simpan dengan metode *Arrhenius* yang berdasarkan parameter organoleptik maupun kuantitatif dilakukan dengan cara mencari nilai skor atau nilai kuantitatif untuk setiap parameter pada setiap suhu penyimpanan. Hasil yang diperoleh kemudian diplotkan dalam grafik hubungan antara nilai skor sebagai sumbu y dan waktu penyimpanan sebagai sumbu x pada masing-masing suhu penyimpanan. Kemudian dicari nilai k-nya atau nilai konstanta penurunan mutu per hari yang diperoleh dari kemiringan persamaan regresi grafik tersebut. Setelah nilai k diperoleh, kemudian dicari nilai ln k untuk masing-masing suhu penyimpanan. Selanjutnya dibuat plot *Arrhenius*, dengan sumbu x menyatakan nilai 1/T (K<sup>-1</sup>) dan sumbu y menyatakan nilai ln k pada masing-masing suhu penyimpanan yang digunakan (35°C, 45°C, 55°C atau 308 K, 318 K, dan 328 K). Nilai k merupakan *gradien* dari regresi linier yang didapat dari ketiga suhu penyimpanan.

Dari regresi linier yang diperoleh pada kurva *Arrhenius* ini dapat diprediksi umur simpan produk dengan menggunakan rumus<sup>18,16,10,1</sup>:

$$k = k_0 \cdot e^{-E_a/RT}$$

Keterangan :

k = konstanta penurunan mutu

k<sub>0</sub> = konstanta

(tidak tergantung pada suhu)

E<sub>a</sub> = energi aktivasi

T = suhu mutlak (K)

R = konstanta gas (1.986 kal/mol K)

Dengan mengubah persamaan di atas menjadi :

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

k<sub>0</sub> merupakan konstanta penurunan mutu produk yang tidak tergantung pada suhu, sedangkan k merupakan konstanta penurunan mutu dari salah satu kondisi suhu yang digunakan (20°, 27°, 30° atau 40° C) dan E<sub>a</sub>/R merupakan *gradien* yang diperoleh dari plot *Arrhenius*. Dengan perhitungan menggunakan rumus ini, akan diperoleh nilai k<sub>0</sub>. Umur simpan diperoleh dengan rumus :

$$t = \frac{A_0 - A_t}{k_0}$$

Keterangan/*Remarks* :

t = prediksi umur simpan (hari)

Ao = nilai mutu awal

At = nilai mutu produk yang tersisa setelah waktu t

ko = konstanta

Dari rumus di atas dapat diprediksi umur simpan dalam hari atau bulan.

### Reaksi Ordo Satu

Tipe-tipe kerusakan yang mengikuti reaksi ordo satu adalah : (1) ketengikan, (2) pertumbuhan mikroba, (3) produksi *off flavor* oleh mikroba pada daging, ikan dan unggas, (4) kerusakan vitamin dan (5) penurunan mutu protein<sup>1</sup>. Perhitungan umur simpan dengan metode *Arrhenius* yang berdasarkan parameter organoleptik atau parameter kuantitatif dilakukan dengan cara mencari ln skor atau ln nilai kuantitatif untuk setiap parameter pada setiap suhu penyimpanan. Hasil yang diperoleh kemudian diplotkan dalam grafik hubungan antara nilai ln skor (ln nilai) sebagai sumbu y dan waktu penyimpanan sebagai sumbu x pada masing-masing suhu penyimpanan. Kemudian dicari nilai k-nya atau nilai konstanta penurunan mutu per hari yang diperoleh dari kemiringan persamaan regresi grafik tersebut. Setelah nilai k diperoleh, kemudian dicari nilai ln k untuk masing-masing suhu penyimpanan. Selanjutnya dibuat plot *Arrhenius*, dengan sumbu x menyatakan nilai 1/T (K-1) dan sumbu y menyatakan nilai ln k pada masing-masing suhu penyimpanan yang digunakan. Nilai k merupakan *gradien* dari regresi linier yang didapat dari ketiga suhu penyimpanan. Dari regresi linier yang diperoleh pada kurva *Arrhenius* ini dapat diprediksi umur simpan produk dengan menggunakan rumus *Arrhenius* :

$$k = k_o \cdot e^{-E_a/RT}$$

ko merupakan konstanta penurunan mutu produk yang tidak tergantung pada suhu, sedangkan k merupakan konstanta penurunan mutu dari salah satu kondisi suhu yang digunakan (20°, 27°, 30° atau 40° C) dan Ea/R merupakan *gradien* yang diperoleh dari plot *Arrhenius*. Dengan perhitungan menggunakan rumus ini, akan diperoleh nilai ko. Umur simpan diperoleh dengan rumus :

$$t = \frac{\ln A_o - \ln A_t}{k_o}$$

Keterangan / *Remarks*:

t = prediksi umur simpan (hari)

Ao = nilai mutu awal

At = nilai mutu produk yang tersisa setelah waktu t

ko = konstanta

## APLIKASI METODE AKSELERASI PADA PENDUGAAN UMUR SIMPAN SARI BELIMBING DALAM BOTOL GELAS

### Faktor yang Berpengaruh terhadap Umur Simpan Sari Belimbing

Kemasan adalah faktor terpenting yang berpengaruh pada produk sari belimbing. Lebih dari itu, tidak hanya berfungsi untuk melindungi produk terhadap kerusakan, kemasan dapat menjadi daya tarik terhadap konsumen dan meningkatkan nilai jual produk. Pengemasan dapat memperlambat kerusakan produk, menahan efek yang bermanfaat dari proses, memperpanjang umur simpan, dan menjaga atau meningkatkan kualitas dan keamanan pangan. Pengemasan juga dapat melindungi produk dari tiga pengaruh luar, yaitu kimia, biologis, dan fisik<sup>19</sup>. Oleh karena itu kemasan yang tepat akan melindungi produk sehingga dapat diterima oleh konsumen dengan kualitas terbaik.

Kemasan pangan merupakan salah satu faktor penting dalam produk pangan menurut Syarif dan Irawati<sup>20</sup> kemasan berfungsi sebagai: (1) wadah untuk menempatkan produk dan memberi bentuk sehingga memudahkan dalam penyimpanan, pengangkutan dan distribusi; (2) memberi perlindungan terhadap produk dari kontaminasi luar dan kerusakan; (3) menambah daya tarik produk. Beberapa jenis pengemasan yang berkembang saat ini, seperti kemasan gelas/kaca, kemasan kaleng, kemasan plastik (PE dan PET), kemasan vakum (*vacuum packaging*), *modified atmosphere packaging* (MAP), dan kemasan pintar (*smart packaging*) mampu mempertahankan kualitas produk dengan masa simpan lebih panjang<sup>21,22,23</sup>. Sebagai contoh, saat ini MAP merupakan salah satu jenis kemasan yang banyak digunakan untuk produk olahan daging, seperti sosis dan bakso, selain itu juga digunakan sebagai pengemasan untuk minimalisasi proses produk sayur dan buah<sup>24,25,26</sup>.

Pengemasan juga berfungsi sebagai perlindungan kimia dan perlindungan biologis. Perlindungan kimia mengurangi perubahan komposisi yang cepat oleh pengaruh lingkungan, seperti terpapar gas (oksigen), uap air, dan cahaya (cahaya tampak, infra merah atau ultraviolet), sedangkan perlindungan biologis mampu menahan mikroorganisme (patogen dan agen pembusuk), serangga, hewan pengerat, dan hewan lainnya. Perlindungan fisik menjaga produk dari bahaya mekanik dan menghindari guncangan dan getaran selama pendistribusian<sup>27</sup>.

Tabel 1. Karakteristik jenis plastik LDPE, HDPE, dan PP

Table 1. Characteristics of LDPE, HDPE and PP

Karakteristik (Characteristics)	Jenis plastik (kind of plastic)		
	LDPE	HDPE	PP
Titik leleh ( <i>Melting point</i> ) ( °C)	105-115	128-138	160-175
Daya tarik ( <i>Tensile modulus</i> ) (GPa)	0.2-0.5	0.6-1.1	1.1-1.5
Daya kuat tarik ( <i>Tensile strength</i> ) (MPa)	8-31	17-45	31-43
Elongasi ( <i>Elongation</i> ) (%)	100-965	10-1200	500-650
WTVR (g $\mu\text{m}^2$ d)*	375-500	125	100-300
Permeabilitas O <sub>2</sub> ( <i>Permeability</i> O <sub>2</sub> ) (pada suhu 25 °C) 10 <sup>3</sup> cm <sup>3</sup> $\mu\text{m}^2$ d atm)	160-210	40-73	50-94

\*) *Water Vopour Transmission rate* pada 37.8 °C dan 90% RH (*d= day*, 24 jam)

Keterangan (*remarks*): LDPE= *Low Dencity Polyetilene*, HDPE= *Hight Dencity Polyetilene*, PP = *Polypropilene*

Beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam pengemasan bahan pangan adalah sifat bahan pangan tersebut, keadaan lingkungan dan sifat bahan kemasan. Gangguan yang paling umum terjadi pada bahan pangan adalah kehilangan atau perubahan kadar air, pengaruh gas, dan cahaya. Bahan pangan mempunyai sifat yang berbeda-beda dalam kepekaannya terhadap penyerapan atau pengeluaran gas (udara dan uap air)<sup>19</sup>.

Bahan kering harus dilindungi dari penyerapan air dan oksigen dengan cara menggunakan bahan pengemas yang mempunyai daya tembus rendah terhadap gas tersebut. Produk kering terutama yang bersifat hidrofilik harus dilindungi terhadap masuknya uap air. Umumnya produk-produk ini memiliki ERH yang rendah. Oleh karena itu, harus dikemas dengan kemasan yang memiliki permeabilitas air yang rendah untuk mencegah produk yang berkadar gula tinggi menjadi merekat atau produk-produk tepung menjadi basah sehingga tidak lagi bersifat *mawur* (*free flowing*).

Plastik merupakan bahan kemasan yang penting dalam industri pengemasan. Kelebihan plastik dari kemasan lain diantaranya adalah harga yang relatif rendah, dapat dibentuk menjadi berbagai macam bentuk, dan mengurangi biaya transportasi. Sebagai bahan pembungkus, plastik dapat digunakan dalam bentuk tunggal, komposit atau berupa lapisan-lapisan (*multilapis*) dengan bahan lain (*kertas, alumunium foil*). Kombinasi antara berbagai kemasan plastik yang berbeda atau plastik dengan kemasan non plastik seperti kertas, *alumunium foil* dan selulosa, dimana ketebalan setiap lapisan utamanya lebih dari enam mikron yang diproses baik dengan cara laminasi ekstrusi maupun laminasi adesif disebut sebagai kemasan laminasi.

Jenis kemasan yang paling banyak digunakan untuk minuman, termasuk sari buah adalah jenis plastik yang dilaminasi secara ekstrusi dengan *Low Dencity Polyethylene* (LDPE) dengan *Polyetilene Tereftalat* (PET) sebagai *printing film*. Di sisi lain, *polypropilene* (PP) dan *polyetilene* (PE) banyak digunakan dalam laminasi terutama untuk bagian luar karena dapat meningkatkan daya tahan kemasan terhadap kikisan dan sobekan sehingga banyak digunakan sebagai kantung-kantung makanan yang memerlukan perlindungan<sup>22</sup>.

Salah satu sifat yang paling penting dari LDPE, adalah memiliki sifat perlindungan yang baik terhadap air dan uap air, tetapi bukan pelindung yang baik terhadap gas. Disisi lain PE dan PET memiliki permeabilitas yang sangat rendah terhadap air dan gas. Karena kemampuannya tersebut, yaitu memiliki *barrier* yang baik terhadap UV, saat ini palstik PE dan PET beserta kemasan gelas merupakan kemasan yang paling banyak digunakan sebagai kemasan makanan, minuman dan juga sari buah<sup>28</sup>. Lebih dari itu, Hafriet *al*<sup>29</sup> menyebutkan bahwa *polyetilene* (PE) dan *polypropilene* (PP) merupakan jenis plastik yang harganya murah, mudah ditemukan di pasaran, juga memiliki sifat umum yang hampir sama.

Selain faktor kemasan, suhu merupakan faktor yang juga berpengaruh terhadap perubahan mutu makanan. Semakin tinggi suhu penyimpanan maka laju reaksi berbagai senyawa kimia akan semakin cepat<sup>16</sup>. Oleh karena itu dalam menduga kecepatan penurunan mutu makanan selama penyimpanan, faktor suhu harus selalu diperhitungkan. *Accelerated Shelf Life Test* (ASLT), pendekatan ini paling banyak digunakan oleh industri pangan karena dapat memberikan gambaran tentang kerusakan produk secara cepat. ASLT menggunakan suhu akselerasi untuk mempercepat kerusakan produk.

Tabel 2. Suhu penyimpanan produk pada metode ASLT  
 Table 2. Storage product temperature of ASLT method

Jenis produk (Products)	Suhu penyimpanan (°C) (Storage temperature) °C
Makanan dalam kaleng (Canned food products)	25, 30, 35, 40
Produk kering (Dried food)	25, 30, 35, 40, 45
Produk dingin (Cooled products)	5, 10, 15, 20
Produk beku (Frozen products)	-5, -10, -15

Sumber : Labuza dan Schmid<sup>30</sup>

Source : Labuza and Schmid<sup>30</sup>

### Perhitungan Masa Simpan Sari Belimbing dalam Kemasan Botol Gelas

Sari belimbing yang dihasilkan oleh kelompok wanita tani pada umumnya dikemas dalam botol gelas dan terdapat tanggal kadaluwarsa pada kemasan tersebut. Namun, perhitungan atau pendugaan umur simpan yang dilakukan oleh kelompok tani masih bersifat manual secara visualisasi, yaitu umur simpan ditentukan setelah terlihat adanya cendawan setelah penyimpanan. Hal ini tentunya tidak akurat dan validitasnya sangat rendah. Oleh karena itu untuk menentukan masa simpan produk olahan pangan perlu diketahui "critical point" dari produk tersebut yang menjadi dasar penurunan mutu produk.

Berdasarkan hasil penelusuran literature sampai saat ini, belum ada artikel mengenai umur simpan sari belimbing dengan metode akselerasi maupun metode konvensional (ASS). Dalam hal ini, tim penulis hanya menemukan artikel yang berkaitan dengan umur simpan sari buah lain, terutama sari buah jeruk<sup>8</sup>. Dalam artikelnya, Martin-Diana *et al.*<sup>8</sup> melaporkan bahwa sari buah jeruk dapat dihitung umur simpannya berdasarkan beberapa parameter

Tabel 3. Kadar vitamin C buah belimbing selama penyimpanan

Table 3. Vitamin C contents in starfruit juice during storage

Hari (Day of storage)	10°C	30°C	40°C
0	15,34	-	-
7	14,42	12,64	11,18
14	14,25	12,04	10,09
21		11,68	9,93

Sumber : Aminah, *et al.* (2005)<sup>31</sup>

Source : Aminah *et al.* (2005)<sup>31</sup>

kritis, yaitu vitamin C, perubahan warna, perubahan *flavour* dan pertumbuhan mikroba<sup>8</sup>.

Sejalan dengan itu, untuk lebih memberikan pemahaman praktis tentang bagaimana menentukan umur simpan sari belimbing dalam botol gelas, tim penulis menyajikan hasil perhitungan umur metode akselerasi dengan parameter kritis vitamin C yang disarikan dari laporan penelitian yang dilakukan oleh tim penulis pada tahun 2005.

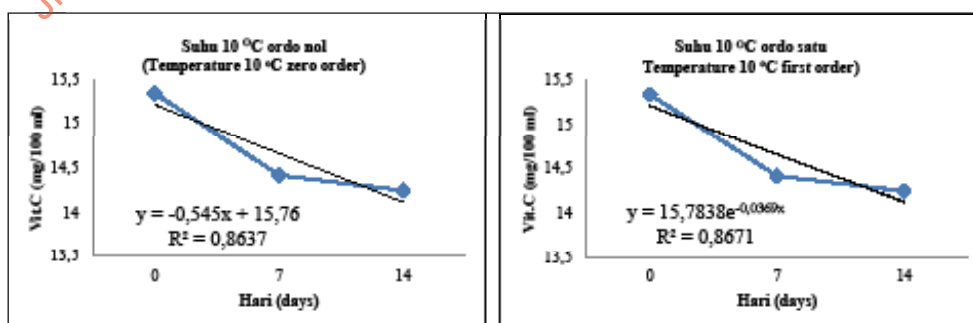
Dalam perhitungan ini ditetapkan batas akhir vitamin C adalah 5 mg/100 ml dengan tujuan agar pada saat mendekati akhir masa simpan, sari belimbing (500 ml) masih dapat memenuhi kebutuhan vitamin C manusia, yaitu rata-rata 50 mg/hari<sup>31</sup>. Untuk menentukan perhitungan umur simpan sari belimbing melalui metode akselerasi pada tiga suhu penyimpanan (10 °C, 30 °C dan 40 °C), dilakukan plot data dalam bentuk grafik untuk masing-masing suhu.

$$\text{Umur simpan (t)} = \frac{\ln(A_0) - \ln(A)}{K}$$

keterangan: k = *slope* dari grafik

A<sub>0</sub> = vitamin C hari ke- 0 = 15,34 mg/100ml

A = batas akhir vitamin C = 5 mg/100ml

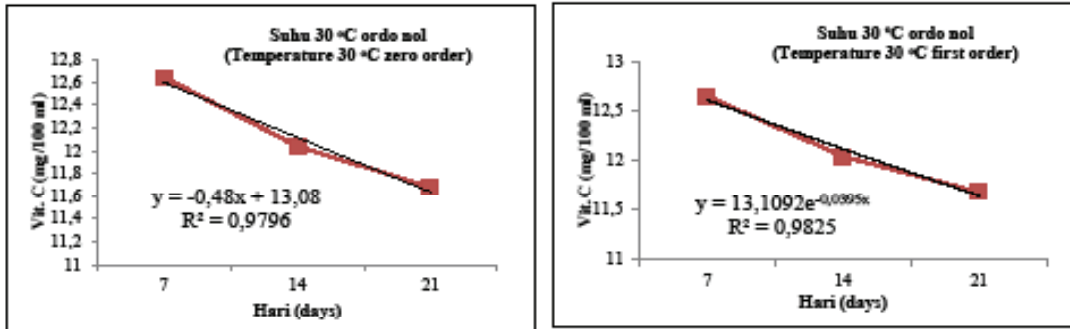


Gambar 1. Plot ordo nol dan ordo satu pada suhu 10 °C dari vitamin C pada sari buah belimbing

Figure 1. Plotting of zero order and first order of vitamin C content during storage in 10°C of starfruit juice

Sumber : Aminah, *et al.* (2005)<sup>31</sup>

Source : Aminah *et al.* (2005)<sup>31</sup>

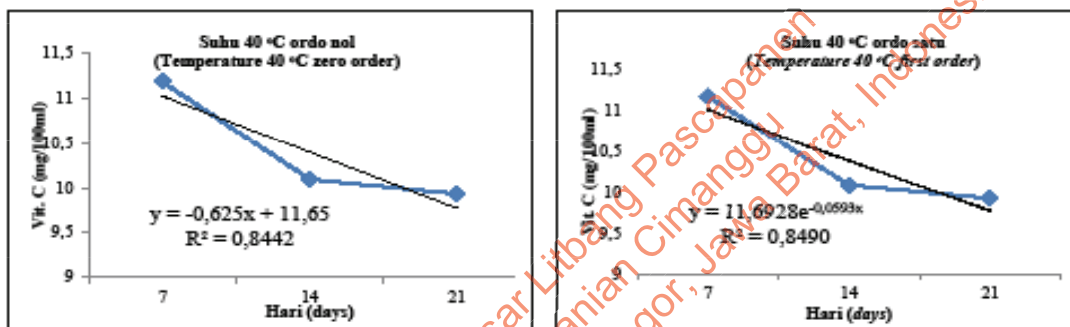


Gambar 2. Plot ordo nol dan ordo satu pada suhu 30 °C dari vitamin C pada sari buah belimbing

Figure 2. Plotting of zero order and first order of vitamin C content during storage in 30°C of startfruit juice

Sumber : Aminah, et al.(2005)<sup>31</sup>

Source : Aminah et al. (2005)<sup>31</sup>



Gambar 3. Plot ordo nol dan ordo satu pada suhu 40 °C dari vitamin C pada sari buah belimbing

Figure 3. Plotting of zero order and first order of vitamin C content during storage in 40°C of startfruit juice

Sumber : Aminah, et al.(2005)<sup>31</sup>

Source : Aminah et al. (2005)<sup>31</sup>

Pada gambar 1. Plot penurunan kadar vitamin C pada penyimpanan suhu 10 °C memperlihatkan persamaan  $y = 15,7838e^{-0,0369x}$  mengikuti reaksi ordo satu dengan nilai  $R^2 = 0,8671$  lebih tinggi dibandingkan dengan nilai  $R^2$  pada reaksi ordo nol, yaitu 0,8637 demikian pula penyimpanan pada suhu 30 °C dan 40 °C. Dengan demikian perhitungan umur simpan sari belimbing akan mengikuti reaksi ordo satu dengan nilai (k) pada masing-masing suhu adalah sebagai berikut:

- Suhu 10 °C, k = 0,0369
- Suhu 30 °C, k = 0,0395
- Suhu 40 °C, k = 0,0593

1. Umur simpan pada suhu 10 °C =  $(\ln 15,34 - \ln 5)/0,0369 = 30,37 \approx 30$  minggu
2. Umur simpan pada suhu 30 °C =  $(\ln 15,34 - \ln 5)/0,0395 = 28,37 \approx 28$  minggu
3. Umur simpan pada suhu 40 °C =  $(\ln 15,34 - \ln 5)/0,0593 = 18,9 \approx 18$  minggu

## PENUTUP

Pendugaan umur simpan dapat dilakukan dengan menggunakan metode akselerasi atau yang dikenal dengan *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) yang merupakan pendekatan semi empiris dengan bantuan persamaan *Arrhenius*. Model *Arrhenius* mensimulasikan percepatan kerusakan produk pada kondisi penyimpanan suhu tinggi di atas suhu penyimpanan normal. Laju reaksi kimia yang dapat memicu kerusakan produk pangan umumnya mengikuti laju reaksi ordo nol dan ordo satu. Penggunaan metode akselerasi merupakan metode sederhana yang cukup akurat dan dapat diterapkan pada hasil-hasil olahan di tingkat petani olahan yang berskala rumah tangga untuk memberikan jaminan mutu, keamanan pangan dan daya saing produk terhadap produk sejenisnya yang sudah beredar dipasaran. Salah satu produk yang masih memerlukan pendugaan umur simpan yang lebih akurat dan diterima secara ilmiah adalah sari buah belimbing yang diproduksi oleh Kelompok Wanita Tani di Jakarta. Aplikasi pendugaan umur simpan dilakukan terhadap sari buah belimbing yang menggunakan kemasan botol gelas.

Untuk menentukan masa simpan produk olahan pangan dalam kemasan perlu diketahui titik kritis (*critical point*) yang sifatnya mudah mengalami perubahan selama penyimpanan yang akan menjadi dasar pengukuran terjadinya penurunan mutu produk. Vitamin C merupakan *critical point* untuk menduga umur simpan sari belimbing. Perubahan kandungan vitamin C selama penyimpanan pada suhu yang berbeda akan menghasilkan suatu nilai konstanta penurunan mutu untuk menduga umur simpan sari belimbing melalui persamaan *Arrhenius*. Berdasarkan penghitungan penurunan kadar vitamin C dengan metode ASLT menggunakan model *Arrhenius* ordo satu maka sari belimbing yang diproduksi oleh KWT di Jakarta dan dikemas dalam botol gelas dapat disimpan sampai 30 minggu pada suhu penyimpanan 10°C, atau 28 minggu pada suhu penyimpanan 30°C, atau 18 minggu pada suhu penyimpanan 40°C.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Arpah. Penentuan kedaluwarsa produk pangan. Program Studi Ilmu Pangan, Institut Pertanian Bogor; 2001. Bogor
- Mexis SF, Chouliara E, Kontominas MG. Combined effect of an oxygen absorber and oregano essential oil on shelf life extension of rainbow trout filets stored at 4°C. *Food Microbiology* 26. 2009; 598–605.
- Sepulveda DR, Goñgora-Nieto MM, Guerrero JA, Barbosa-Cañovas GV. Production of extended-shelf life milk by processing pasteurized milk with pulsed electric fields. *Journal of Food Engineering* 67. 2005; 81–86
- Schmidt Verena SJ, Kaufmann V, Kulozik U, Scherer S, Wenning M. Microbial biodiversity, quality and shelf life of microfiltered and pasteurized extended shelf life (ESL) milk from Germany, Austria and Switzerland. *International Journal of Food Microbiology* 154. 2012; 1–9.
- Sianipar D, Sugiyono, Syarif R. Formulasi bumbu instan binthe biluhuta, karakteristik hidrasi dan pendugaan umur simpannya dengan menggunakan metode pendekatan kadar air kritis. *Jurnal Teknol. dan Industri Pangan*. Vol. XIX. No. 1. 2008; 1-9.
- Adawiah DR, Soekarto ST. Pemodelan isotermmis sorpsi air pada model pangan. *Jurnal Teknol. dan Industri pangan*. Vol. XXI. No.1. 2010;1-7.
- Kusnandar F, Adawiah DR, Fitria M. Pendugaan umur simpan produk biskuit dengan metode akselerasi berdasarkan pendekatan kadar air kritis. *Jurnal Teknol. dan Industri Pangan*. Vol. XXI. No. 2. 2010; 1-6.
- Martín-Diana Ana B, Rico D, Barat JM, Barry-Ryan C. Orange juices enriched with chitosan: Optimisation for extending the shelf-life. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 10.2009; 590–600.
- Garcia-Garcia P, Lopez-Lopez A, Garrido-Fernandez A. Study of the shelf life of ripe olives using an accelerated test approach. *Journal of Food Engineering*. 2008; 84: 569–575.
- Budijanto S, Sitanggang AB, Silalahi BE, Murdiati W. Penentuan umur simpan seasoning menggunakan metode accelerated shelf-life testing (aslt) dengan pendekatan kadar air kritis. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 2010; Vol. 11 No. 2: 71 – 77
- Theofania T, Dermesonlouoglou E, Giannakourou M, Taoukis P. Shelf life modelling of frozen shrimp at variable temperature conditions. *LWT - Food Science and Technology* 42. 2009; 664–671.
- Aleš R, Voldrich M, Cizkova H, Hronova M, Ševcik R, Dobias J, Pivonka J. Stability of nutritionally important compounds and shelf life prediction of tomato ketchup. *Journal of Food Engineering* 99. 2010; 465–470.
- Guillermo H, Garitta L, Gómez G. Sensory shelf-life predictions by survival analysis accelerated storage models. *Food Quality and Preference* 17. 2006; 468–473.
- Herawati H. Penentuan umur simpan pada produk pangan. *J. Litbang Pertanian*. 2008; Vol. 27 (4): 124-130.
- Van der Plancken I, Verbeyst L, De Vleeschouwer K, Grauwet T, Heinio RL, Husband FA, Lille M, Mackie AR, Loey AV, Viljanen K, Hendrick M. (Bio)chemical reactions during high pressure/high temperature processing affect safety and quality of plant-based foods. A review. *Trends in Food Science & Technology*. 2012; 23:28-38
- Mizrahi S. Accelerated shelf-life tests. In : Kilcast D, Subramaniam P [Eds], *The stability and shelf life of food* (pp. 107–125). Boca Raton, FL, USA: CRC Press; 2000.
- Labuza TP. *Open Shelf-Life Dating of Foods*. Westport, Connecticut : Food Science and Nutrition Press Inc; 1982
- Park HR, Kim KH, Lee SJ. Adjustment of Arrhenius activation energy of laccase-based time -temperature integrator (TTI) using sodium azide. *Food Control*. 2013; 32: 615-620.
- Emblem A. Predicting packaging characteristics to improve shelf-life. In : Kilcast D, Subramaniam P [Eds]. *The stability and shelf life of food* (pp. 107–125). Boca Raton, FL, USA: CRC Press; 2000.

20. Syarief R, Irawati A. Pengetahuan bahan untuk industri pertanian. Jakarta: Mediyatama Sarana Perkasa; 1988.
21. Gajendra L, Pal D, Raju PN. Effect of packaging techniques on shelf life of brown peda, a milk-based confection. *LWT - Food Science and Technology* 47. 2012; 117-125.
22. Karabagias I, Badeka A, Kontominas MG. Shelf life extension of lamb meat using thyme or oregano essential oils and modified atmosphere packaging. *Meat Science* 88. 2011; 109–116
23. Mastromatteo M, Incoronato AL, Conte A, Del Nobile MA. Shelf life of reduced pork back-fat content sausages as affected by antimicrobial compounds and modified atmosphere packaging. *International Journal of Food Microbiology* 150. 2011; 1–7.
24. Aida C, García G, Lorenzo JM, García-Fontán MC. Effect of modified atmosphere and vacuum packaging on some quality characteristics and the shelf-life of “morcilla”, a typical cooked blood sausage. *Meat Science* 93. 2013; 220–225.
25. Lu Shengmin. Effect of packaging on shelf-life of minimally processed Bok Choy (*Brassica chinensis* L.). *LWT* 40. 2007; 460–464.
26. Rungsinee S, Kiatchanapaibul P. Quality and shelf-life of washed fresh-cut asparagus in modified atmosphere packaging. *LWT - Food Science and Technology* 42. 2009; 1484–1490.
27. Marsh K, Bugusu B. Food packaging-roles, materials, and environmental issues. *J. Food Science*. 2007; Vol 72 : R39-R57.
28. Mari’a RC, Belissario Y, Iguaz A, Lo’pez A. Quality and shelf life of orange juice aseptically packaged in PET bottles. *Journal of Food Engineering* 79. 2007; 234–242.
29. Hafri Y, Hidayati, Elfawati. Kualitas daging sapi dengan kemasan plastik Pe (polyethylen) dan plastik pp (polypropylen) di Pasar Arengka Kota Pekanbaru. *Jurnal Peternakan*. 2008: Vol 5 (1): 22 – 27
30. Labuza TP, Schmidl. Peramalan umur simpan [internet]. 1985 [diunduh 15 Januari 2013]. Tersedia di: <http://www.panganplus.com>
31. Aminah S, Ramdhan T, Yanis M. Perbaikan teknologi sari belimbing di DKI Jakarta. Laporan Penelitian. Jakarta: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jakarta, 2005.

Hak cipta ©2013 Balai Besar Litbang Pascapanen  
 Kampus Penelitian Pertanian Cimanggu, Bogor, Jawa Barat, Indonesia  
 Jl. Tentara Pelajar no 12A, Cimanggu, Bogor, Jawa Barat, Indonesia