

## Pendugaan Umur Simpan Bubuk Jahe Merah dalam Kemasan Kertas Kraft Menggunakan Metode ASLT Model Arrhenius

### *Shelf-life Estimation of the Red Ginger Powder in Paper Kraft Packaging using ASLT Method Arrhenius Model*

Diah Ega Saputri<sup>1</sup>, Usman Ahmad<sup>2</sup>, Lilik Pujantoro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Prodi Teknologi Pascapanen, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB University, Jalan Lingkar Akademik, Kampus IPB Dramaga, Babakan, Kecamatan Dramaga, Kabupaten Bogor, Jawa Barat 16002, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB University, Jalan Lingkar Akademik, Kampus IPB Dramaga, Babakan, Kecamatan Dramaga, Kabupaten Bogor, Jawa Barat 16002, Indonesia

\*Email korespondensi: diahegasaputri@apps.ipb.ac.id

#### Info Artikel

**Diajukan:** 20 Juli 2023

**Diterima:** 5 Oktober 2023

#### Keyword:

ASLT; drying; kraft paper; Red ginger powder.

#### Kata Kunci:

ASLT; bubuk jahe merah; kertas kraft; pengeringan.

#### Abstract

*One form of processed red ginger to maintain its quality is dry powder. Therefore, a study is needed to determine the decrease in quality of red ginger powder in packaging during storage and to estimate its shelf-life. This research consisted of two stages, namely the first stage of making red ginger powder and the second stage of storing the ginger powder in packaging stored in an incubator using the accelerated shelf-life testing (ASLT) method. Quality analysis carried out were changes in moisture content, vitamin C, and color value. The results of drying and pulverizing red ginger produced red ginger powder with a water content of 10%, vitamin C content of 21.03 mg/100g and color value with a chroma value of 23.47. Based on the critical quality of red ginger powder, namely the chroma value, it can be concluded that the shelf-life of red ginger powder kraft paper packaging at 28 °C (room temperature) is 292 days and if it is stored at 30 °C then the shelf-life of red ginger powder in the same packaging material will be 212 days.*

#### Abstrak

*Salah satu bentuk olahan jahe merah untuk mempertahankan mutunya yaitu dengan dijadikan bubuk kering. Oleh karena itu diperlukan suatu penelitian untuk mengetahui penurunan mutu bubuk jahe merah dalam kemasan selama penyimpanan serta menduga umur simpannya. Penelitian ini terdiri dari dua tahap, yaitu tahap pertama pembuatan bubuk jahe merah dan tahap kedua penyimpanan bubuk jahe dalam kemasan yang disimpan pada inkubtor dengan metode accelerated shelf-life testing (ASLT). Analisis mutu dilakukan terhadap perubahan kadar air, vitamin C, dan nilai warna. Pengeringan dan pembubukan jahe merah menghasilkan bubuk jahe merah dengan kadar air 10%, kandungan vitamin C 21.03 mg/100g dan nilai warna hasil pengeringan memiliki nilai chroma sebesar 23.47. Berdasarkan mutu kritis bubuk jahe merah yaitu nilai chroma dapat disimpulkan bahwa umur simpan bubuk jahe merah dalam kemasan kertas kraft dan disimpan pada suhu 28 °C (suhu ruang) yaitu selama 292 hari dan jika disimpan pada suhu 30 °C, maka umur simpan bubuk jahe merah dalam kemasan yang sama menjadi 212 hari.*

Doi: <https://doi.org/10.19028/jtep.011.3.318-331>

## 1. Pendahuluan

Jahe (*Zingiber officinale*) termasuk tanaman rempah yang berasal dari Asia Selatan dan hampir tersebar ke seluruh dunia sampai saat ini. Jahe juga termasuk sebagai salah satu jenis tanaman obat. Kontribusi tanaman obat di Indonesia sangat melimpah, karena Indonesia termasuk negara yang memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi. Produksi jahe di Indonesia fluktuatif dalam satu dekade terakhir. Indonesia menjadi salah satu negara yang banyak memproduksi jahe.

Jahe dapat dibedakan menjadi tiga kultivarnya berdasarkan ukuran, bentuk, dan warna rimpang, yaitu jahe emprit, badak (jahe gajah), dan jahe merah. Jahe mengandung berbagai nutrisi yang bermanfaat bagi tubuh, antara lain energi, karbohidrat, serat, protein, natrium, zat besi, kalium, dan vitamin C (Sari dan Nasuha 2021). Jahe memiliki banyak manfaat sehingga banyak dimanfaatkan oleh masyarakat di banyak tempat. Di Asia, jahe digunakan sebagai bumbu masakan dan secara tradisional digunakan sebagai pengobatan (Ware 2017). Di Indonesia jahe juga sering digunakan sebagai minuman herbal (Santoso 2008). Namun demikian, komoditas jahe merah Indonesia untuk ekspor masih perlu ditingkatkan mutunya karena saat ini mutunya relatif masih rendah dan produksi yang tidak stabil karena iklim (Utama *et al.*, 2020). Salah satu bentuk olahan jahe merah untuk mempertahankan mutunya yaitu dengan dijadikannya bubuk jahe merah. Proses pengeringan rempah (jahe merah) merupakan cara yang efektif untuk mencegah perubahan kimia dan biologi pada produk tersebut. Proses tersebut mampu mempertahankan sifat-sifat produk selama penyimpanan.

Di negara berkembang seperti di Indonesia, proses pengeringan terhadap tanaman rempah masih dilakukan secara konvensional (*batch dryers*), sehingga menghasilkan produk berkualitas rendah dan membutuhkan energi yang tinggi (Hernani dan Nurdjanah 2009). Namun proses pengeringan memiliki kelemahan bagi produk tanaman pedas yaitu hilangnya senyawa bioaktif *volatile* (Ariani 2021). Hal ini disebabkan rendahnya stabilitas senyawa *volatile* pada suhu panas (Hernani dan Nurdjanah 2009). Oleh karena itu, pengeringan tidak dapat dilakukan pada suhu yang terlalu tinggi agar komponen bioaktif *volatile* tidak hilang. Berdasarkan penelitian Suhendra (2016) menyatakan bahwa kerusakan kandungan senyawa bioaktif semakin tinggi dengan meningkatnya suhu dan lama pengeringan, sehingga kerusakan senyawa bioaktif dapat mempengaruhi kemampuan aktivitas antioksidan simplisia jahe (bubuk jahe) pada tahap propagasi. Pengaruh perlakuan lama pengeringan terhadap simplisia jahe besar cukup besar yaitu 88.59% dan pengaruh diluar pengeringan yaitu 11.41%. Artinya, suhu pengeringan sangat mempengaruhi penurunan kandungan senyawa bioaktif pada bubuk jahe merah selama penyimpanan

Selama penyimpanan, bubuk jahe kering yang disimpan dalam kemasan akan mengalami perubahan-perubahan yang mengarah pada turunnya mutu. Maka dari itu dibutuhkan informasi

mengenai umur simpan bubuk jahe merah. Salah satu cara pendugaan umur simpan bahan pangan kering yaitu menggunakan metode ASLT (*Accelerated Shelf-Life Testing*) dengan menyimpan produk menggunakan prinsip akselerasi perubahan komponen-komponen di dalam bahan, sehingga dapat mempercepat kerusakan bahan (Hasany *et al.*, 2017). Metode yang sering digunakan dalam pendugaan umur simpan adalah metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT). Parameter kritis dalam metode ASLT mengalami penurunan mutu akibat pengaruh panas karena produk disimpan pada suhu ekstrim. Dalam metode ini, kondisi penyimpanan diatur di luar kondisi normal untuk mempercepat kerusakan produk dan menentukan umur simpan. (Arpah dan Syarief 2000). Penentuan umur simpan dengan metode ASLT dapat dilakukan dengan dua model pendekatan, yaitu pendekatan kadar air kritis dan pendekatan arrhenius (Asiah *et al.* 2018). Suhu merupakan peranan penting dalam menentukan pembusukan makanan dalam metode ASLT. Hal ini terjadi dikarenakan semakin tinggi suhu, semakin cepat juga pembusukan makanan. Hubungan antara suhu dan kecepatan penurunan mutu dengan menggunakan persamaan Arrhenius (Haryati *et al.*, 2015). Model Arrhenius merupakan salah satu metode ASLT untuk memperkirakan umur simpan produk. Cara memperkirakan umur simpan produk menggunakan suhu yang tinggi untuk mempercepat reaksi yang merusak produk (Hasany *et al.*, 2017). Biasanya model arrhenius digunakan untuk produk yang sensitif terhadap perubahan suhu penyimpanan (Meikapasa 2016). Metode ASLT Model Arrhenius pada umumnya diaplikasikan pada semua jenis produk pangan khususnya pada produk yang mengalami penurunan kualitas akibat efek deteriorasi kimiawi (Arpah 2007). Berdasarkan hal tersebut tujuan dari penelitian ini adalah untuk menduga umur simpan bubuk jahe merah dalam kemasan kertas kraft pada sembarang suhu penyimpanan.

## 2. Bahan dan metode

### 2.1 Tempat dan waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian (TPPHP) dan *Science Technopark*, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, pada Bulan Desember 2022 hingga Bulan Maret 2023. Penelitian ini dilaksanakan dalam dua tahapan. Tahap pertama yaitu pembuatan bubuk jahe merah dan tahap kedua merupakan penelitian utama yaitu pendugaan umur simpan dengan menyimpan bubuk jahe merah pada 4 suhu berbeda di mana pengamatan dan pengujian parameter mutu dilakukan.

### 2.2 Bahan dan alat

Bahan utama yang digunakan adalah rimpang jahe merah segar yang berumur 3 bulan (setelah bibit tumbuh tunas kecil) diperoleh dari petani jahe merah di Medan, Sumatera Utara. Bahan lain

yang digunakan sebagai kemasan penyimpanan yaitu kertas kraft. Peralatan yang digunakan pada penelitian ini meliputi oven, inkubator dengan suhu yang dapat diatur, *rotary dryer*, buret, *chromameter*, timbangan, neraca analitik, dan *diskmill* 40 mesh.

### 2.3 Prosedur penelitian

Penelitian awal yaitu pembuatan bubuk jahe merah. Proses pengeringan jahe merah diawali dengan proses pencucian jahe lalu di sortasi, kemudian ditiriskan. Setelah jahe merah ditiriskan jahe merah diiris setebal 3 mm (Widyanti *et al.*, 2021). Pengeringan jahe merah dilakukan pada suhu 50 °C menggunakan *rotary dryer* hingga kadar air 10% (Iswari 2015). Selanjutnya jahe merah kering di giling menggunakan mesin *disk mil* 40 mesh hingga menjadi bubuk jahe merah (Koswari *et al.*, 2012). Selanjutnya bubuk jahe merah tersebut dikemas menggunakan kemasan kertas kraft seberat 50 gram, lalu ditutup rapat (*sealed*), kemudian disimpan pada inkubator.

Penelitian ini menggunakan metode ASLT model Arrhenius. Percobaan dilakukan dengan cara menyimpan produk dengan kemasan kertas kraft dalam inkubator pada suhu 35 °C, 40 °C, 45 °C, 50 °C. Parameter mutu yang diuji untuk pendugaan umur simpan metode ASLT model Arrhenius yaitu kadar air (AOAC 2012), vitamin C (AOAC 1995), dan nilai warna (chroma) menggunakan alat *chromameter*. Nilai chroma dapat dihitung dari **Persamaan 3**. Pengamatan dilakukan sebanyak 4 kali selama penyimpanan yaitu setiap 9 hari sekali untuk suhu 35 °C, 6 hari sekali untuk suhu 40 °C, 4 hari sekali untuk suhu 45 °C, dan 2 hari sekali untuk suhu 50 °C.

Selanjutnya data parameter mutu bubuk jahe merah dianalisis dan hasilnya disajikan dalam bentuk grafik relasi antara waktu penyimpanan (hari) pada sumbu X dengan nilai mutu (ordo 0) atau nilai ln mutu (ordo 1) yang terdapat pada sumbu Y. Dari hasil grafik tersebut, lalu bandingkan antara grafik ordo 0 dan ordo 1 yang memiliki R<sup>2</sup> terbesar. Lakukan analisis untuk setiap suhu penyimpanan, selanjutnya dicari nilai regresi linier dan logaritmik dari setiap grafik yang dihasilkan. Berdasarkan nilai gradien grafik regresi linier dan logaritmik tersebut diperoleh nilai k, yaitu konstanta laju perubahan untuk masing-masing parameter mutu. Nilai k ini dimasukkan sebagai ln k dalam persamaan perubahan nilai masing-masing parameter mutu. Setelah itu dibuat grafik dimana sumbu X menyatakan 1/T (T adalah suhu penyimpanan yang digunakan dalam satuan Kelvin) dan sumbu Y mewakili ln k. Dari grafik terakhir tersebut didapatkan nilai E<sub>a</sub> dan k, menggunakan persamaan Arrhenius (**Persamaan 1**) untuk setiap suhu (Arpah 2001).

$$k = Ae^{(-E_a/RT)} \quad (1)$$

Dimana T: suhu [°C], E<sub>a</sub>: Energi aktivasi [kJ mol<sup>-1</sup>], R: konstanta gas universal [8.314 J mol<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>], A: Faktor pre-eksponensial [s<sup>-1</sup>]

Penentuan umur simpan dilakukan dengan metode ASLT dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut (Goncalves *et al.*, 2011):

1. Data hasil analisa terhadap waktu diplotkan dan dihitung persamaan regresi linear yaitu:

$$y = a + bx \quad (2)$$

Keterangan: y: nilai mutu produk, x: lama penyimpanan (hari), a: nilai mutu produk di awal penyimpanan, b: laju perubahan nilai mutu.

2. Nilai slope merupakan konstanta laju reaksi perubahan mutu (k)
3. Penentuan ordo reaksi diperoleh dari grafik ordo nol, yaitu hubungan antara nilai k dengan lama penyimpanan dan ordo satu, yaitu hubungan antara ln k dengan lama penyimpanan.
4. Selanjutnya, dilakukan pendekatan Arrhenius dengan memplotkan nilai k terhadap 1/T dan ln k sehingga diperoleh nilai intersep dan slope dari **Persamaan 3**.

$$\ln k = \ln k_0 \left( - \frac{Ea}{R} \right) \times \left( \frac{1}{T} \right) \quad (3)$$

Keterangan: k<sub>0</sub>: intersep, Ea/R: slope, Ea: energi aktivasi, R: konstanta gas ideal 1.986 kal/mol.K.

5. Setelah itu diperoleh masing-masing dan dimasukkan ke dalam model persamaan (4).

$$k = k_0 \times e \left( - \frac{E}{RT} \right) \quad (4)$$

6. Setelah mendapatkan nilai k, dihitung umur simpan menggunakan rumus pendugaan umur simpan ordo 1 (**Persamaan 5**)

$$\ln A_t = \ln A_0 - kt \quad (5)$$

Keterangan: A<sub>0</sub>: nilai mutu produk awal, A<sub>t</sub>: nilai mutu produk akhir, t: waktu simpan.

7. Penentuan umur simpan bubuk jahe merah dapat dilakukan dengan menghitung selisih nilai awal dan akhir produk berdasarkan laju penurunan mutu (k) pada suhu penyimpanan. Menurut (Setiarto 2018), hal tersebut dinyatakan pada **Persamaan 6** (ordo satu)

$$ts = \left( \frac{\ln(A_0/A_t)}{k} \right) \quad (6)$$

Keterangan: ts: waktu penyimpanan (Hari), A<sub>0</sub>: nilai mutu produk awal (Hari ke-0), A<sub>t</sub>: nilai mutu produk akhir (Hari ke-t), k: Konstanta penurunan mutu.

Selanjutnya nilai warna (chroma) dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut. Rumus untuk menentukan nilai chroma:

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (7)$$

Keterangan: C\*= nilai chroma, a\*= nilai merah hingga hijau, b\*= nilai kuning hingga biru.

### 3. Hasil dan pembahasan

#### 3.1. Analisis mutu awal bubuk jahe merah

Parameter mutu yang diamati selama penyimpanan bubuk jahe merah dalam kemasan kertas kraft yaitu kadar air, vitamin C dan nilai chroma. Karakteristik bubuk jahe merah setelah pengeringan selama 12 jam menggunakan *rotary dryer* menunjukkan bahwa kadar air bubuk jahe merah sudah mencapai 10%, kadar vitamin C awal pada bubuk jahe merah sebesar 21 mg/100 g, dan warna bubuk jahe merah (nilai chroma) pada awal penyimpanan sebesar 27.27.

#### 3.2 Pendugaan umur simpan

##### 3.2.1 Kadar air

Penurunan kadar air saat bahan mengering dapat berlanjut hingga kadar air bebas bahan mencapai nol (Dash et al., 2013). Kadar air tidak akan mencapai nol dikarenakan adanya air terikat yang selalu ada dalam bahan, terutama bahan organik. Air yang diuapkan adalah air bebas yang tidak diikat oleh substratnya. Peningkatan nilai kadar air bubuk jahe merah diduga disebabkan karena bubuk jahe merah menyerap uap air dari atmosfer lingkungan yang ada disekitar bahan.

Kadar air bubuk jahe merah pada awal penyimpanan sekitar 11%, dan mengalami kenaikan secara bertahap hingga 13.37%. Hal ini dikarenakan pengemasan tidak mampu untuk menahan penetrasi uap air 100%, sehingga uap air di ruang penyimpanan masuk ke dalam kemasan dan mengakibatkan kadar air dalam kemasan meningkat. Dapat dilihat pada **Gambar 1** plotting hubungan antara peningkatan kadar air dengan lama waktu penyimpanan bubuk jahe merah dalam kemasan kertas kraft.

Setelah diperoleh kurva regresi linier perubahan kadar air pada berbagai suhu penyimpanan terhadap waktu penyimpanan, kemudian didapat nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) untuk setiap persamaan regresi linier. Setelah nilai koefisien masing-masing ordo didapat, selanjutnya dibandingkan untuk memilih ordo reaksi. Ordo reaksi dengan rata-rata nilai  $R^2$  lebih tinggi digunakan untuk menentukan umur simpan bubuk jahe merah dalam kemasan kertas kraft. Berdasarkan **Gambar 1** diatas dapat diketahui bahwa rata-rata koefisien determinasi ordo satu lebih besar dari rata-rata koefisien determinasi ordo nol. Dengan demikian ordo satu merupakan ordo reaksi yang dipilih untuk menentukan laju perubahan bubuk jahe merah yang merupakan fungsi suhu penyimpanan. Plotting nilai k untuk beberapa suhu penyimpanan ordo satu dapat dilihat pada **Gambar 2**.

Pendugaan umur simpan dapat diketahui setelah dilakukan plotting nilai k perubahan mutu pada masing-masing suhu penyimpanan seperti pada **Gambar 2**. Nilai k masing-masing suhu didapat dari nilai slope masing-masing hasil plotting pada **Gambar 1**. Kemudian dilakukan plotting nilai  $\ln k$  pada

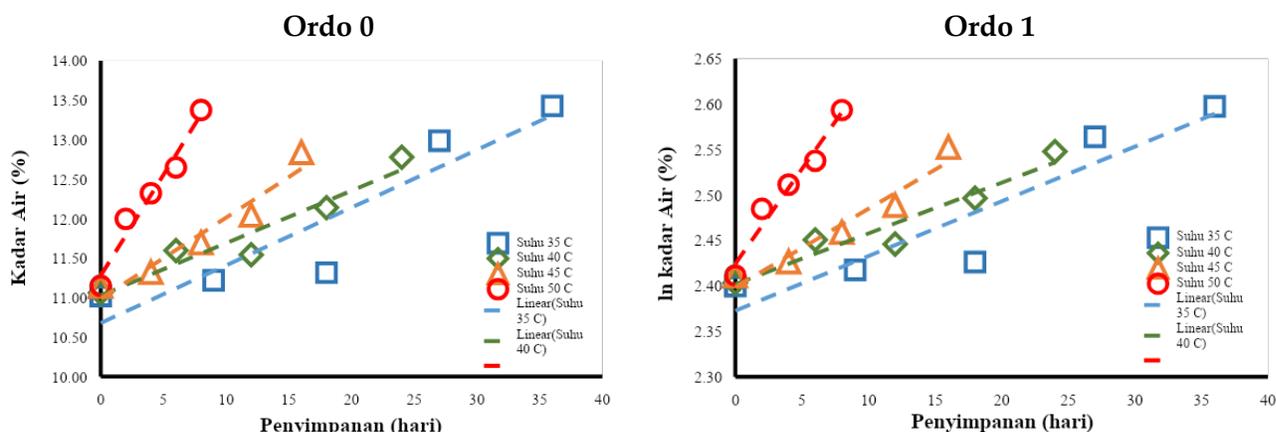
semua suhu berbeda sebagai ordinat dan 1/T (suhu dalam satuan Kelvin) sebagai absis untuk mendapatkan nilai  $E_a/R$ . Persamaan Arrhenius dapat disusun berdasarkan nilai  $E_a/R$  dan  $k_0$  yang telah diperoleh. Melalui plotting nilai  $\ln k$  dengan 1/T selanjutnya didapat laju perubahan mutu bubuk jahe merah dalam kemasan kertas kraft untuk nilai  $k$  yang bebas terhadap suhu penyimpanan. Nilai intersep dari persamaan di atas merupakan nilai  $\ln k_0$ , sehingga diperoleh nilai  $\ln k_0$  dan nilai  $k$  untuk kemasan kertas kraft. Persamaan Arrhenius dapat disusun berdasarkan nilai  $E_a/R$  dan  $k_0$  yang telah diperoleh. Berikut ini perhitungan untuk mendapatkan nilai  $k$ .

$$1/T = 1/(28+273) = 0.00332$$

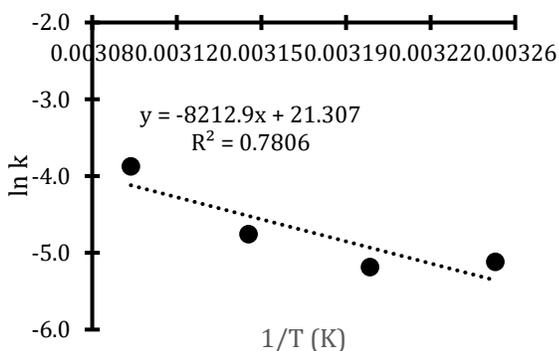
$$k = k_0.$$

$$\begin{aligned} \ln k &= \ln k_0 + \left(\frac{E_a}{RT}\right) \\ &= 21.307 + (-8212.9 * 0.00332) \\ &= - 5.978 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} k &= \text{Exp} (\ln k) \\ &= \text{Exp} (-5.978) \\ &= 0.002530 \end{aligned}$$



Gambar 1. Plot perubahan kadar air terhadap waktu penyimpanan.

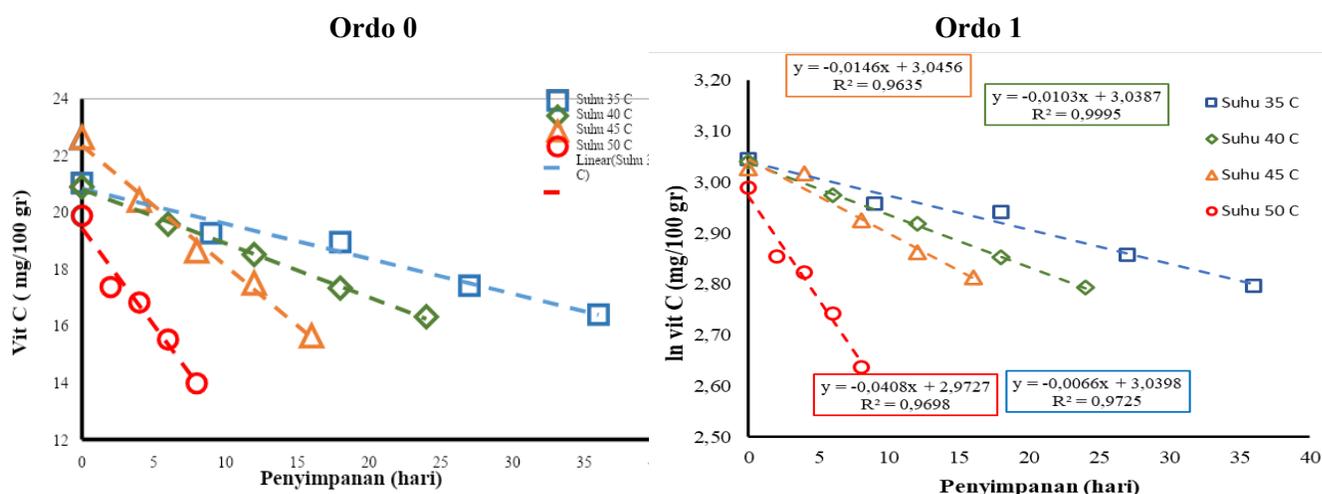


Gambar 2. Plot perubahan nilai k terhadap suhu.

### 3.2.2 Vitamin C

Kandungan kadar vitamin C sebagai asam askorbat pada bubuk jahe merah dapat ditentukan dengan metode titrasi iodin. Vitamin C sangat sensitif terhadap perubahan suhu, oksidasi, cahaya, alkali dan enzim (Arif 2016). Penurunan kandungan vitamin C pada bubuk jahe merah dapat terjadi saat pengeringan. Hal tersebut di karenakan vitamin C bersifat tidak stabil, mudah teroksidasi jika terkena udara (oksigen) dan proses ini dapat dipercepat oleh panas (Hasanah 2018).

Vitamin C bubuk jahe merah pada awal penyimpanan sekitar 21 mg/100 gr dan mengalami penurunan hingga akhir penyimpanan. Hal ini dikarenakan kemasan kertas kraft kurang mampu untuk menahan kandungan vitamin C pada bubuk jahe merah. Penurunan vitamin C pada bubuk jahe merah lebih cepat pada suhu 50 °C dibandingkan dengan suhu 35 °C. Hal tersebut dikarenakan vitamin C mudah teroksidasi karena senyawanya mengandung gugus fungsi hidroksil (OH) yang sangat reaktif. Dengan adanya zat pengoksidasi, gugus hidroksil dioksidasi menjadi gugus karbonil. Proses oksidasi terhalang ketika vitamin C dalam keadaan sangat asam atau pada suhu rendah (Rahayuningsih *et al.*, 2022). Dapat dilihat pada **Gambar 3** plotting hubungan antara penurunan vitamin C dengan lama waktu penyimpanan bubuk jahe merah dalam kemasan kertas kraft.

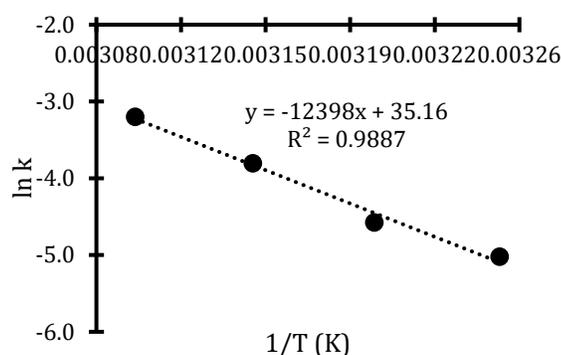


**Gambar 3.** Plot perubahan vitamin C terhadap waktu penyimpanan.

Setelah diperoleh kurva regresi linier, kemudian didapat nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) untuk setiap persamaan regresi linier. Setelah nilai koefisien masing-masing ordo didapat, selanjutnya dilakukan penetapan kinetika ordo reaksi, kemudian ditentukan ordo reaksinya. Ordo reaksi dengan rata-rata nilai  $R^2$  lebih tinggi digunakan untuk menentukan umur simpan bubuk jahe merah. Berdasarkan **Gambar 3** diatas dapat diketahui bahwa rata-rata koefisien determinasi ordo satu lebih besar dari rata-rata koefisien determinasi ordo nol. Dengan demikian ordo satu merupakan ordo

reaksi yang digunakan untuk menentukan umur simpan bubuk jahe merah. Plotting nilai k ordo satu untuk beberapa suhu penyimpanan dapat dilihat pada **Gambar 4**.

Pendugaan umur simpan dapat diketahui setelah adanya plot perubahan mutu masing-masing suhu penyimpanan seperti pada **Gambar 3**. Nilai k masing-masing suhu dan jenis kemasan didapat dari nilai slope masing-masing grafik. Kemudian nilai ln k sebagai ordinat dan 1/T (suhu dalam satuan Kelvin) sebagai absis untuk mendapatkan nilai  $E_a/R$  untuk setiap jenis kemasan. Persamaan Arrhenius dapat disusun berdasarkan nilai  $E_a/R$  dan  $k_0$  yang telah diperoleh. Plotting hubungan ln k dengan 1/T Bubuk jahe merah menggunakan kemasan kertas kraft selanjutnya didapat laju perubahan mutu bubuk jahe merah kemudian disebut dengan nilai k berdasarkan suhu penyimpanan dan jenis kemasan. Berikut ini perhitungan untuk mendapatkan nilai k.



**Gambar 4.** Hubungan persamaan garis lurus antara nilai ln k dengan nilai 1/T pada parameter vitamin C.

Nilai intersep dari persamaan di atas adalah nilai  $\ln k_0$ . Dalam hal ini nilai  $\ln k_0$  dan  $k_0$  didapatkan dari plotting hubungan ln k dengan 1/T pada kemasan kertas kraft. Persamaan Arrhenius dapat dibangun berdasarkan nilai  $E_a/R$  dan  $k_0$  yang diperoleh. Dibuat regresi hubungan antara nilai ln k dan 1/T bubuk jahe merah dalam kemasan kertas kraft. Kemudian laju perubahan mutu serbuk jahe merah didapat nilai k berdasarkan waktu penyimpanan, suhu, dan jenis kemasan. Berikut adalah perhitungan untuk mendapatkan nilai k.

$$1/T = 1/(28+273) = 0.00332$$

$$k = k_0.$$

$$\ln k = \ln k_0 + \left(\frac{E_a}{RT}\right)$$

$$= 25.16 + (-12398 * 0.00332)$$

$$= - 6.02937$$

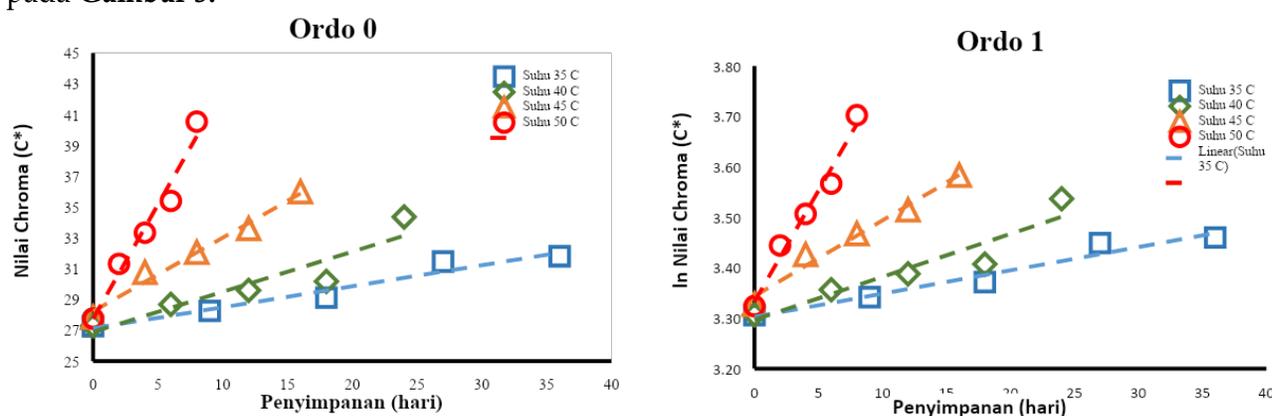
$$k = \text{Exp} (\ln k)$$

$$= \text{Exp} (-6.02937)$$

$$= 0.00241$$

### 3.2.3 Nilai chroma

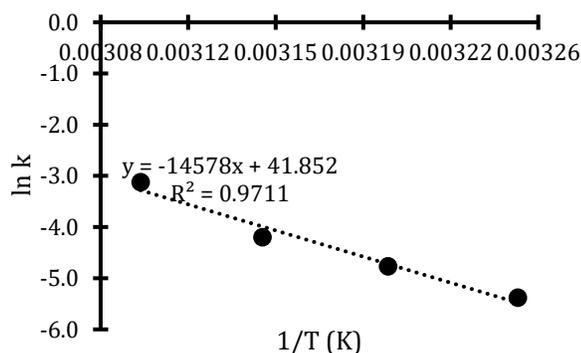
Warna merupakan atribut sensori pertama yang dapat langsung diamati panelis dan dapat menentukan kualitas dari suatu produk. Pengeringan menggunakan *rotary dryer* menghasilkan nilai warna awal chroma sebesar 27.27. Nilai chroma bubuk jahe merah cenderung meningkat dengan penyimpanan. Peningkatan nilai tambah ini dapat mengindikasikan penurunan intensitas warna bubuk jahe merah. Oleh karena itu, parameter pendugaan umur simpan dapat ditentukan berdasarkan peningkatan nilai tambah. Umur simpan bubuk jahe merah dapat diperkirakan berdasarkan penurunan intensitas warna yang dapat diketahui dari peningkatan nilai chroma (Sugiarto *et al.*, 2007). Hubungan antara nilai chroma dengan lamanya penyimpanan dapat dilihat pada **Gambar 5**.



**Gambar 5.** Plot perubahan nilai chroma terhadap waktu penyimpanan.

Setelah diperoleh kurva regresi linier, kemudian didapat nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) untuk setiap persamaan regresi linier. Setelah nilai koefisien masing-masing ordo didapat, selanjutnya dilakukan penetapan kinetika ordo reaksi, kemudian ditentukan ordo reaksi. Ordo reaksi dengan rata-rata nilai  $R^2$  lebih tinggi digunakan untuk menentukan umur simpan bubuk jahe merah. Berdasarkan **Gambar 5** di atas dapat diketahui bahwa rata-rata koefisien determinasi ordo satu lebih besar dari rata-rata koefisien determinasi ordo nol. Dengan demikian ordo satu merupakan ordo reaksi yang digunakan untuk menentukan umur simpan bubuk jahe merah. Plotting ordo satu dapat dilihat pada **Gambar 6**.

Perbandingan  $R^2$  pada keempat temperatur, ordo 1 lebih besar dari ordo 0 pada plot relasi peningkatan nilai chroma terhadap waktu maka dalam menentukan persamaan Arrhenius maka dipilih ordo 1. Nilai  $k$  masing-masing suhu dan jenis kemasan didapat dari nilai slope masing-masing grafik. Kemudian nilai  $\ln k$  sebagai ordinat dan  $1/T$  (suhu dalam satuan Kelvin) sebagai absis untuk mendapatkan nilai  $-E_a/R$  untuk setiap jenis kemasan. Dapat dilihat pada **Gambar 6** hubungan  $\ln k$  dengan  $1/T$ .



**Gambar 6.** Hubungan persamaan antara nilai ln k dengan nilai 1/T pada parameter nilai chroma.

Nilai intersep dari persamaan di atas merupakan nilai ln k<sub>0</sub>, sehingga diperoleh nilai ln k<sub>0</sub> dan k<sub>0</sub>. Persamaan Arrhenius dapat disusun berdasarkan nilai E<sub>a</sub>/R dan k<sub>0</sub> yang telah diperoleh. Plotting hubungan nilai ln k dengan 1/T bubuk jahe merah menggunakan kemasan kertas kraft, selanjutnya didapat laju perubahan mutu bubuk jahe merah kemudian disebut dengan nilai k berdasarkan suhu penyimpanan dan jenis kemasan. Berikut ini perhitungan untuk mendapatkan nilai k.

$$1/T = 1/(28+273) = 0.00332$$

$$k = k_0.$$

$$\begin{aligned} \ln k &= \ln k_0 + \left(\frac{E_a}{RT}\right) \\ &= 41.852 + (-14578 * 0.00332) \\ &= - 6.57989 \end{aligned}$$

$$k = \text{Exp} (\ln k)$$

$$= \text{Exp} (-6.57989) = 0.00139$$

### 3.3 Pendugaan Umur Simpan

Pendugaan umur simpan dapat diketahui setelah adanya plotting perubahan mutu masing-masing suhu penyimpanan pada setiap jenis kemasan. Pendugaan Umur Simpan dengan Metode Arrhenius karena adanya reaksi deteriorasi terjadi akibat pertumbuhan mikroorganisme (Nuraini dan Widanti 2020). Menurut Kusnandar *et al.*, (2010) penentuan mutu kritis produk dilakukan dengan mengidentifikasi kandungan yang penting yang ada dalam produk. Waktu penyimpanan dapat menentukan kerusakan pada produk dan dapat mengurangi kualitas produk akhir yang menyebabkan produk tersebut tidak dapat dikonsumsi (Ariani 2021). Menurut Arif *et al.*, (2014), penentuan ordo reaksi dapat dilihat dengan memplotkan hasil data penurunan parameter yang digunakan dengan mengikuti ordo nol atau ordo satu. Penentuan ordo reaksi dapat dilihat dari nilai determinasinya (R<sup>2</sup>). Nilai determinasi yang lebih besar merupakan ordo reaksi yang digunakan. Penentuan nilai kritis pada bubuk jahe merah diperoleh dari parameter nilai chroma, pemilihan ordo reaksi dilakukan dengan memplot data penurunan mutu mengikuti ordo satu reaksi dan satu ordo reaksi kemudian dibuat linier persamaan regresi.

**Tabel 1.** Menentukan nilai kritis pada pendugaan umur simpan bubuk jahe merah dalam kemasan kertas kraft.

Indikator	Parameter Mutu		
	Kadar air	Vitamin C	Nilai chroma
Persamaan linier	$y = -8212.9x + 21.31$	$y = -12398x + 35.16$	$y = -14578x + 41.86$
-Ea/R	-8212.9	-12398.0	14578.0
ln k	21.307	35.160	41.852

Parameter mutu yang memiliki nilai ln k paling besar pada bubuk jahe merah yang dikemas pada kemasan kertas kraft adalah parameter chroma. Nilai ln k produk yang dikemas dipengaruhi oleh lama penyimpanan. Maka dari itu parameter kritis dalam penyimpanan bubuk jahe merah adalah nilai chroma.

**Tabel 2.** Dugaan umur simpan bubuk jahe merah dalam kemasan kertas pada berbagai suhu penyimpanan berdasarkan parameter kritis chroma

Suhu (°C)	25	28	30	35
Suhu (K)	298	301	303	308
1/T	0.00336	0.00332	0.00330	0.00325
ln k	-7.0675	-6.5799	-6.2602	-5.4792
k	0.0009	0.0014	0.0012	0.0042
t	475.680	292.120	212.190	97.170
Umur simpan (hari)	<b>476</b>	<b>292</b>	<b>212</b>	<b>97</b>

Umur simpan bubuk jahe merah selama distribusi dan penyimpanan pada suhu ruang 28 °C yaitu 292 hari, jika disimpan pada suhu 30 °C yaitu 212 hari. Jadi pada suhu yang lebih rendah yaitu 28 °C tersebut bubuk jahe merah memiliki umur simpan yang lebih lama dibandingkan pada suhu yang lebih tinggi yaitu suhu penyimpanan 30 °C dan 35 °C.

#### 4. Kesimpulan

Suhu penyimpanan mempengaruhi umur simpan bubuk jahe merah dalam kemasan. Semakin tinggi suhu penyimpanan, maka umur simpan bubuk jahe merah akan semakin pendek, begitupun sebaliknya. Umur simpan bubuk jahe merah yang dikemas menggunakan kertas kraft dan disimpan pada suhu 25 °C, 28 °C, 30 °C, dan 35 °C berturut turut sebesar 476 hari, 292 hari, 212 hari, dan 97 hari.

## 5. Daftar Pustaka

- [AOAC]. 1995. *Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemist*. Virginia USA: AOAC International.
- [AOAC]. 2012. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 19th ed. USA.
- Ariani L. 2021. Pendugaan umur simpan bubuk daun torbangun dalam berbagai jenis kemasan. Volume ke-9. Institut Pertanian Bogor.
- Arif A Bin. 2016. Accelerated shelf life test (ASLT) method with arrhenius approach for shelf life estimation of pineapple, papaya And cempedak juices. *Inform Pertan*. 25(2):189–198.
- Arif A Bin, Setyadji, Jamal irpan B, Herawati H, Suyanti. 2014. Pengaruh penambahan sari cempedak terhadap umur simpan dan nutrisi sari buah nanas. *J Pascapanen*. 11(1):30–38.
- Arpah M. 2001. *Buku dan Monograf Penentuan Kadaluarsa Produk Pangan*. Program Studi Ilmu Pangan Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Dash K, Gope S, Sethi A, Doloi M. 2013. Study on thin layer drying characteristics star fruit slices. *Int J Agric Food Sci Technol*. 4(7):679–686.
- Hasanah U. 2018. Penentuan kadar vitamin C pada mangga kweni dengan menggunakan metode iodometri. *J Kel Sehat Sejah*. 16(31):90–95. doi:10.24114/jkss.v16i31.10176.
- Hasany MR, Afrianto E, Pratama RI. 2017. Pendugaan umur simpan menggunakan metode accelerated shelf life test (Aslt) model arrhenius pada fruit nori. *J Food Technol Agroindustry*. 8(1):48–55. doi:10.24929/jfta.v1i2.781.
- Hernani, Nurdjanah R. 2009. Aspek pengeringan dalam mempertahankan kandungan metabolit sekunder pada tanaman obat. *Perkemb Teknol*. 21:33–39.
- Iswari K. 2015. Teknologi Pengolahan Jahe. Di dalam: *BPTP Sumatera Barat*. BPTP Sumatera Barat. hlm 2–3.
- Koswari S, A D, Sumarto. 2012. *Panduan Proses Produksi Minuman Jahe Merah Instan*. Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kusnandar F, Adawiyah DR, Fitria M. 2010. Pendugaan umur simpan biskuit dengan metode akselerasi berdasarkan pendekatan kadar air kritis. *J Teknol dan Ind Pangan*. XXI(2):1–6.
- Nuraini V, Widanti YA. 2020. Pendugaan Umur Simpan Makanan Tradisional Berbahan Dasar Beras Dengan Metode Accelerated Shelf-Life Testing (Aslt) Melalui Pendekatan Arrhenius Dan Kadar Air Kritis. *J Agroteknologi*. 14(02):189. doi:10.19184/j-agt.v14i02.20337.
- Rahayuningsih J, Sisca V, Eliyarti E. 2022. Analisis vitamin C pada buah jeruk pasaman untuk meningkatkan imunitas tubuh pada masa pandemi. *J Res Educ Chem*. 4(1):29. doi:10.25299/jrec.2022.vol4(1).9363.

- Santoso H. 2008. *Ragam dan Khasiat Tanaman Obat*. Yogyakarta: PT Agromedia Pustaka.
- Sari D, Nasuha A. 2021. Kandungan zat gizi, fitokimia, dan aktivitas farmakologis pada jahe (*Zingiber officinale* Rosc.): Review. *Trop Biosci J Biol Sci*. 1(2):11–18. <http://jurnal.uinbanten.ac.id/index.php/tropicalbiosci/article/view/5246>.
- Sugiarto, Yuliasih I, Tedy. 2007. Pendugaan umur simpan bubuk jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*). *J Teknol Ind Pertan*. 17(1):7–11.
- Suhendra L. 2016. Kerusakan aktivitas antioksidan ekstrak bubuk simplesia rimpang jahe (*Zingiber officinale* Roscoe) oleh cahaya dan panas. *J Ilm Teknol Pertan Agrotechno*. 1(2):123–131.
- Utama AN, Haryanti E, Wanto HS. 2020. Analisis keunggulan kompetitif jahe Indonesia di pasar Internasional. *J Ilm Sosio Agribisnis*. 20(1):41–53.
- Ware. 2017. Ginger: Health Benefits and Dietary. <https://www.medicalnewstoday.com>.
- Widyanti N luh D, Yulianti NL, Setiyo Y. 2021. Karakteristik pengeringan dan sifat fisik bubuk jahe merah kering (*Zingiber Officinale* Var.*rubrum*) dengan variasi ketebalan irisan dan suhu pengeringan. *J BETA (Biosistem dan Tek Pertanian)*. 9(2):148. doi:10.24843/jbeta.2021.v09.i02.p01.