

## **PENDUGAAN UMUR SIMPAN TOMAT (*Solanum Lycopersicum L.*) TEROLAH MINIMAL MENGGUNAKAN METODE ASLT (Accelerated Shelf Life Test) MODEL ARRHENIUS**

*(Shelf Life Prediction of Minimal Processing for Tomatoes (*Solanum lycopersicum L.*) using ASLT (Accelerated Shelf Life Test) Method with Arrhenius Model)*

**Inarotul Zahroh<sup>1)</sup>, Kavadya Syska<sup>2\*)</sup>, Asti Dewi Nurhayati<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup> Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nahdlatul Ulama Purwokerto

<sup>2)</sup> Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap

<sup>\*)</sup> email korespondensi: syska.kavadya@gmail.com

### **ABSTRACT**

*Minimal processing of tomatoes (*Solanum lycopersicum L.*) have become increasingly popular due to their ability to preserve nutritional content and organoleptic characteristics. The minimal processing method offers advantages in minimizing natural changes in the product; however, the main challenge lies in maintaining the quality and freshness of the product during storage. This research aims to determine the shelf life of minimally processed tomatoes using the ASLT method with the Arrhenius model and to identify quality changes that occur during storage of minimally processed tomatoes. The Accelerated Shelf Life Test (ASLT) method proves to be an effective approach for predicting the shelf life of a product rapidly. The Arrhenius model, detailing the relationship between temperature and the rate of chemical reactions, is employed to analyze the kinetics of reactions during accelerated storage. The combination of these two methods provides an accurate overview of the product's shelf life. In this research, minimally processed tomatoes were packaged using wrapping plastic, HDPE (High-density polyethylene), and PP (Polypropylene), then stored at temperatures of 10°C and 30°C. The research results indicate that the highest pH value at 10°C with the wrapping packaging treatment was 3.6, and at 30°C, the highest pH value with wrapping packaging was also 3.6. The highest weight loss of tomato fruit at 10°C was observed with the wrapping packaging treatment at 1.25%, and at 30°C, the highest weight loss was 1.55% with wrapping packaging. The highest total soluble solids value was 4.27% with wrapping packaging at 10°C, and at 30°C, the highest total soluble solids in tomato fruit was 4.1% with wrapping packaging. The estimated shelf life of minimally processed tomatoes obtained results for the longest shelf life was wrapping packaging with an estimated shelf life of 15 days at 10°C, while the shortest shelf life was 2 days at 30°C with HDPE packaging. These findings provide insights into the stability of minimally processed tomato products and lay the foundation for the development of optimal storage strategies. The application of ASLT with the Arrhenius model can assist the food processing industry in enhancing efficiency and product quality, particularly in the case of minimally processed tomato products.*

**Keywords:** *Shelf Life, Minimal Processsing, Tomato, ASLT, Arrhenius*

### **ABSTRAK**

Pengolahan minimal Tomat (*Solanum lycopersicum L.*) telah menjadi semakin populer karena kemampuannya untuk menjaga kandungan nutrisi dan karakteristik organoleptik. Metode pengolahan minimal menawarkan keuntungan dalam meminimalkan perubahan alami dalam produk; namun, tantangan utama terletak pada pemeliharaan kualitas dan kesegaran produk selama penyimpanan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan umur simpan tomat yang mengalami pengolahan minimal menggunakan Metode Accelerated Shelf Life Test (ASLT) dengan model Arrhenius dan untuk mengidentifikasi perubahan kualitas yang terjadi selama penyimpanan tomat yang mengalami

pengolahan minimal. Metode ASLT terbukti menjadi pendekatan yang efektif untuk menduga umur simpan produk dengan cepat. Model Arrhenius, yang merinci hubungan antara suhu dan laju reaksi kimia, digunakan untuk menganalisis kinetika reaksi selama penyimpanan yang dipercepat. Kombinasi kedua metode ini memberikan gambaran yang akurat tentang umur simpan produk. Dalam penelitian ini, tomat yang mengalami pengolahan minimal dikemas menggunakan plastik wrap, HDPE (*High-Density Polyethylene*), dan PP (*Polypropylene*), kemudian disimpan pada suhu 10°C dan 30°C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai pH tertinggi pada suhu 10°C dengan perlakuan kemasan wrapping adalah 3,6, dan pada suhu 30°C, nilai pH tertinggi dengan kemasan wrapping juga 3,6. Kehilangan berat buah tomat tertinggi pada suhu 10°C diamati dengan perlakuan kemasan wrapping sebesar 1,25%, dan pada suhu 30°C, kehilangan berat tertinggi adalah 1,55% dengan kemasan wrapping. Nilai total padatan terlarut tertinggi adalah 4,27% dengan kemasan wrapping pada suhu 10°C, dan pada suhu 30°C, total padatan terlarut tertinggi pada buah tomat adalah 4,1% dengan kemasan wrapping. Umur simpan yang diestimasi dari tomat yang mengalami pengolahan minimal memberikan hasil untuk umur simpan terpanjang adalah kemasan wrapping dengan perkiraan umur simpan 15 hari pada suhu 10°C, sedangkan umur simpan terpendek adalah 2 hari pada suhu 30°C dengan kemasan HDPE. Temuan ini memberikan wawasan tentang stabilitas produk tomat yang mengalami pengolahan minimal dan memberikan dasar untuk pengembangan strategi penyimpanan yang optimal. Penerapan ASLT dengan model Arrhenius dapat membantu industri pengolahan makanan dalam meningkatkan efisiensi dan kualitas produk, khususnya pada produk tomat yang mengalami pengolahan minimal.

**Kata Kunci:** umur simpan, terolah minimal, tomat, ASLT, arrhenius

## PENDAHULUAN

Tomat (*Solanum lycopersicum* L.) merupakan salah satu jenis tanaman hortikultura yang banyak dibudidayakan di Indonesia (Judahri, 2021). Buah tomat sebagai salah satu komoditas sayuran yang mempunyai prospek pemasaran yang cerah (Andriani *et al.*, 2018). Tomat adalah tanaman hortikultura yang memiliki berbagai macam manfaat, baik dalam bentuk tomat sayur atau buah (Nur, 2018). Buah tomat yang dimanfaatkan oleh masyarakat diantaranya sebagai sumber vitamin. Buah tomat sangat baik dimanfaatkan untuk mencegah dan mengobati berbagai macam penyakit, seperti sariawan karena mengandung vitamin C (Astuti *et al.*, 2021). Tomat dapat dikonsumsi secara langsung atau diolah menjadi berbagai olahan pangan.

Peningkatan kesadaran masyarakat terhadap gaya hidup sehat telah mengubah pola permintaan konsumen, khususnya terkait dengan produk pangan yang dianggap lebih alami dan mengalami minim pengolahan (Yuliasih *et al.*, 2022). Tomat (*Solanum lycopersicum* L.) yang telah mengalami pengolahan minimal menjadi pilihan yang semakin populer, karena diakui memiliki

kemampuan untuk mempertahankan kandungan nutrisi dan karakteristik organoleptik yang optimal (Halid, 2021). Walaupun metode pengolahan minimal menjanjikan sejumlah keuntungan, fokus utama kini tertuju pada permasalahan umur simpan, yang menjadi aspek kritis dalam memastikan kualitas dan keamanan produk selama penyimpanan (Syska *et al.*, 2023).

Umur simpan menjadi perhatian utama dalam industri pangan, terutama pada produk-produk yang menjalani proses pengolahan minimal (Marpaung & Ahmad, 2015). Penentuan umur simpan yang akurat tidak hanya memiliki implikasi ekonomi bagi produsen, tetapi juga memastikan bahwa konsumen dapat menikmati produk dengan kualitas terbaik (Tareen *et al.*, 2015). Saat ini, meskipun ada beberapa metode yang digunakan untuk menentukan umur simpan produk terolah minimal, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengembangkan metode yang memberikan hasil yang cepat dan dapat diandalkan (Syska & Ropiudin, 2023a).

Permasalahan utama yang dihadapi dalam pengolahan minimal adalah penentuan umur simpan yang akurat (Harris & Fadli,

2014). Dengan mempertimbangkan dinamika perubahan alami produk selama penyimpanan, perlu adanya pendekatan ilmiah yang dapat memberikan pemahaman mendalam terkait umur simpan (Hasany *et al.*, 2017). Tantangan ini mendorong perlunya penelitian yang berfokus pada metode pendugaan umur simpan yang dapat memberikan hasil yang lebih cepat dan dapat diandalkan (Nuraini & Widanti, 2020).

Pengembangan metode pendugaan umur simpan yang cepat dan akurat menjadi esensial dalam menghadapi kompleksitas industri pengolahan minimal (Tantika, 2021). Hal ini tidak hanya akan memberikan manfaat bagi produsen dalam mengelola produksi dan persediaan, tetapi juga memberikan kepastian kepada konsumen terkait kualitas produk yang mereka konsumsi (Zebua *et al.*, 2019). Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut dalam konteks ini akan memberikan kontribusi positif dalam mengatasi tantangan umur simpan pada produk tomat yang mengalami pengolahan minimal (Syska & Ropiudin, 2023b).

Penentuan umur simpan dalam pengolahan minimal tomat menjadi tantangan utama yang membutuhkan penanganan khusus. Proses pengolahan minimal, meskipun dirancang untuk mempertahankan kebaikan alami produk, membuka potensi perubahan kualitas selama periode penyimpanan (Willy & Nurjanah, 2019). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan ilmiah yang dapat memberikan informasi yang akurat dan cepat mengenai umur simpan tomat yang telah mengalami pengolahan minimal.

Salah satu metode yang menjanjikan dalam mengatasi tantangan ini adalah menggunakan *Accelerated Shelf Life Test* (ASLT) dengan model Arrhenius (Imamah, 2016). Metode ini memungkinkan pengujian umur simpan dengan mempercepat kondisi penuaan produk, memberikan gambaran yang lebih cepat dan terukur terkait perubahan kualitas selama penyimpanan (Wasono & Yuwono, 2014). Dengan demikian, pendekatan ini tidak hanya memungkinkan pemahaman yang lebih baik tentang umur simpan tomat terolah minimal, tetapi juga dapat menjadi landasan untuk pengembangan

strategi pengelolaan produk yang lebih efektif dalam industri pengolahan minimal (Tantika, 2021).

### **Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini yaitu untuk menentukan perubahan mutu tomat terolah minimal dengan metode ASLT (*Accelerated Shelf Life Test*) model Arrhenius dan menentukan umur simpan tomat terolah minimal dengan metode ASLT model Arrhenius.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: pisau, timbangan analitik, gelas ukur, penangas air, pipet tetes, cawan porselen beserta tutupnya, penjepit cawan, kertas saring, lumpang alu, kain kasa, pipet ukur, baskom, erlenmeyer, batang pengaduk, corong, spatula, labu ukur, gelas kimia, blender, dan prisma refractometer. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sempel (Tomat), bahan pengemas (kemasan plastik HDPE, PP, *Wrapping*, *styrofoam*), dan aquades.

### **Rancangan Percobaan**

Rancangan percobaan dalam penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 faktor. Faktor pertama yaitu 3 jenis kemasan (A), dan faktor kedua yaitu 2 suhu ruang penyimpanan (S). Kedua faktor tersebut menghasilkan 6 perlakuan dan masing-masing perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali sehingga didapatkan 18 perlakuan. Analisis dilakukan setiap 3 hari sekali selama 9 hari, sehingga didapatkan 18 perlakuan x 3 (hari) = 54 sampel yang harus diamati untuk mengetahui umur simpan tomat terolah minimal.

- Faktor I = Kemasan PP  
= Kemasan HDPE  
= Kemasan Wrap
- Faktor II = Suhu 10°C  
= Suhu 30°C

Perlakuan dalam rancangan percobaan ini adalah suhu penyimpanan (S) yaitu suhu  $\pm 10^{\circ}\text{C}$  dan  $\pm 30^{\circ}\text{C}$ . Satuan percobaan yang akan

dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Satuan percobaan pendugaan umur simpan menggunakan metode Arrhenius.

S/A	A1	A2	A3	Keterangan
S1	S1A1	S1A2	S1A3	S1:Suhu10°C S2:Suhu30°C A1:Kemasan PP A2:Kemasan HDPE A3:Kemasan Wrap
S2	S2A1	S2A2	S2A3	

### Variabel dan Pengukuran

Variabel pada penelitian yang akan diamati yaitu derajat keasaman (pH), susut bobot, total padatan terlarut (TPT). Variabel pengukuran yang akan diamati dijelaskan sebagai berikut:

#### Derajat Keasaman (pH)

PH (*Potential of Hydrogen*) adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan sampel yang diparut kemudian diperas, larutan hasil perasan kemudian diukur nilai pH-nya menggunakan alat pH meter. Kemudian masukan pH meter kedalam wadah yang berisi larutan hasil perasan tomat. Perhatikan skala angka yang ada akan bergerak. Tunggu hingga angka tersebut berheenti dan tidak berubah-ubah. Derajat kematangan merupakan faktor yang mempengaruhi pH buah.

#### Susut Bobot

Susut bobot merupakan salah satu indeks penurunan mutu pada buah dan juga menunjukkan tingkat kesegaran buah. Susut bobot pada buah yang disimpan dapat disebabkan oleh kehilangan air dikarenakan adanya proses transpirasi dan respirasi sehingga terjadi peningkatan susut bobot pada buah. Susut bobot diukur dalam persentase dan dihitung dengan cara menimbang produk pada awal dan akhir proses, lalu hasilnya digunakan dalam persamaan berikut:

$$\text{Susut Bobot} = \frac{\text{bobot awal} - \text{bobot akhir}}{\text{bobot awal}} \times 100\%$$

### Total Padatan Terlarut

Penentuan total padatan terlarut dilakukan dengan menggunakan refraktometer. Buah tomat dihancurkan menggunakan blender, setelah itu cairan buah yang telah disaring diteteskan pada prisma refraktometer. Nilai indeks refraksi yang muncul pada skala refraktometer digunakan sebagai indikator total padatan terlarut.

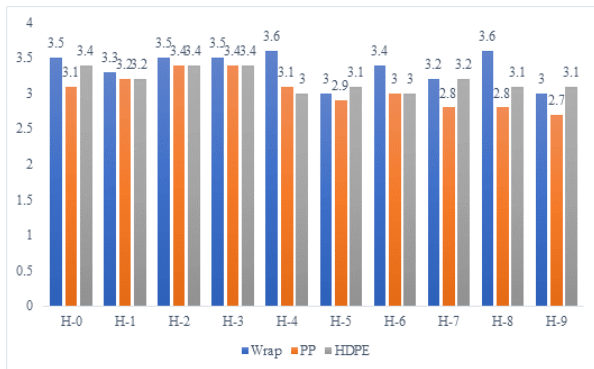
### Analisis Data

Pengolahan data penelitian dilakukan dengan analisis ANOVA (Analysis of Variance) menggunakan analisis data pada microsoft excel. Jika hasil yang didapatkan berbeda nyata maka dilanjutkan dengan analisis BNJ (Beda Nyata Jujur) menggunakan aplikasi SPSS.

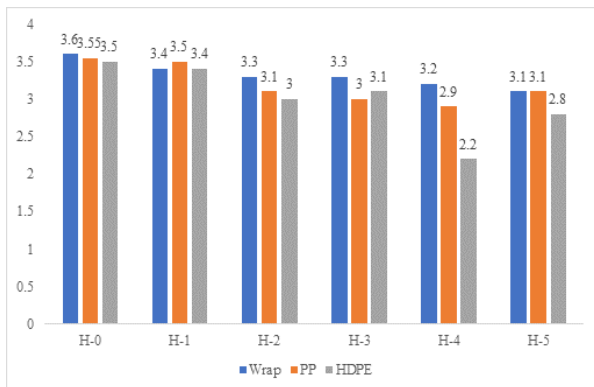
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Derajat Keasaman (pH)

Asam adalah senyawa yang memiliki kandungan ion hidrogen ( $H^+$ ), sementara basa merupakan senyawa yang menghasilkan ion hidroksil ( $OH^-$ ). PH adalah tingkat derajat keasaman suatu larutan yang digunakan untuk menentukan tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan. Skala pH bukanlah skala absolut karena pH bersifat relatif terhadap sekumpulan larutan standar yang pH nya ditentukan berdasarkan persetujuan internasional. Perubahan pH disebabkan oleh lama penyimpanan dan adanya mikroorganisme. Konsentrasi ion hidrogen yang aktif yang dinyatakan dengan pH sering menentukan jenis mikroba yang tumbuh dalam makanan dan produk yang dihasilkan. Perubahan derajat keasaman (pH) selama penyimpanan dapat berbeda-beda sesuai dengan tingkat kemasakan dan tingginya suhu penyimpanan. Berdasarkan hasil penelitian nilai rata-rata pH buah tomat dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. pH suhu 10°C



Gambar 2. pH suhu 30°C

Berdasarkan grafik pada suhu 10°C pH tertinggi buah tomat pada kemasan Wrap di hari ke-4 dan ke-8 sebesar 3,6. Sedangkan terendah pada kemasan PP di hari ke-9 sebesar 2,7. Pada suhu 30°C nilai pH tertinggi pada kemasan wrap pada penyimpanan hari ke-0 sebesar 3,6 dan terendah pada kemasan HDPE di hari ke-4 sebesar 2,2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada penggunaan kemasan wrap memiliki pH yang lebih tinggi dibandingkan kemasan PP dan HDPE, hal tersebut dikarenakan pada kemasan wrap memiliki ketahanan terhadap masuknya gas dari luar atau kedap udara yang dapat menjadikan umur simpan menjadi lebih lama dan mampu menghambat pertumbuhan bakteri yang dapat menyebabkan kebusukan pada tomat.

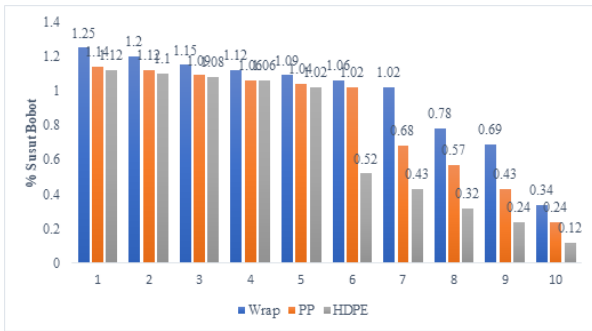
Hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa perlakuan suhu penyimpanan dan jenis kemasan berbeda nyata pada taraf 5% terhadap derajat keasaman (pH) buah tomat. Perubahan pH pada suhu 10°C dan 30°C menunjukkan berkurang atau meningkatnya konsentrasi H<sup>+</sup>. Perubahan pH dapat dijadikan petunjuk terjadinya kerusakan dingin. pH tomat pada awal masa penyimpanan lebih

tinggi untuk semua perlakuan karena tomat yang dipanen dalam kondisi masak hijau memiliki tingkat zat pati yang lebih tinggi. Hal ini mengakibatkan terurai menjadi asam organik selama proses respirasi. Selama periode penyimpanan dari awal hingga akhir, terjadi perubahan yang signifikan pada pH tomat. Perubahan ini disebabkan oleh ketidakmampuan mitokondria dalam mempertahankan ion hidrogen serta perubahan dalam komposisi protein dalam membran sebagai akibat dari kerusakan dingin. Fungsi utama rantai transport elektron pada membran mitokondria adalah untuk menghasilkan dan mempertahankan ion hidrogen. Perbedaan tingkat ion hidrogen terjadi karena pompa ion menggunakan ATP sebagai sumber energi untuk mentransportasikan ion melawan gradien. Selain itu, ATP sintase menggunakan energi dari gradien ion yang ada untuk menggerakkan sintesis ATP.

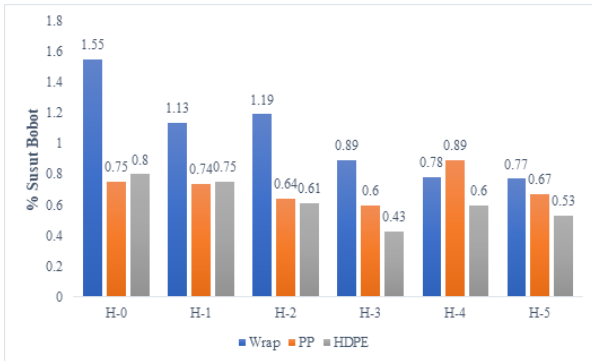
Rantai transport merupakan mekanisme pengubah energi yang memanfaatkan aliran elektron eksergonik untuk mengalirkan ion hidrogen (H<sup>+</sup>) melintasi membran mitokondria, dari matriks ke ruang antar membran. Proses transfer elektron menyebabkan absorpsi dan pelepasan ion H<sup>+</sup> ke dalam larutan sekitarnya. Ion H<sup>+</sup> melewati suatu saluran di dalam ATP sintase, sementara kompleks protein berfungsi sebagai penyedia aliran eksergonik ion H<sup>+</sup> untuk memicu fosforilasi ADP. ATP sintase menunjukkan adanya perbedaan konsentrasi ion H<sup>+</sup> di sisi yang berlawanan dari membran dalam mitokondria.

### Susut Bobot

Susut bobot merupakan salah satu faktor yang mengindikasikan mutu tomat. Perubahan terjadi bersamaan dengan lamanya waktu simpan dimana semakin lama tomat disimpan maka bobot tomat semakin berkurang. Faktor yang mempengaruhi susut bobot salah satunya adalah kelembaban udara relatif (RH) pada ruang simpan, apabila ruang simpan memiliki RH yang tinggi maka susut bobot yang dialami akan lebih rendah jika dibandingkan dengan ruang simpan yang memiliki RH yang rendah. Berdasarkan hasil penelitian nilai rata-rata susut bobot buah tomat dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Susut bobot suhu 10°C



Gambar 4. Susut bobot suhu 30°C

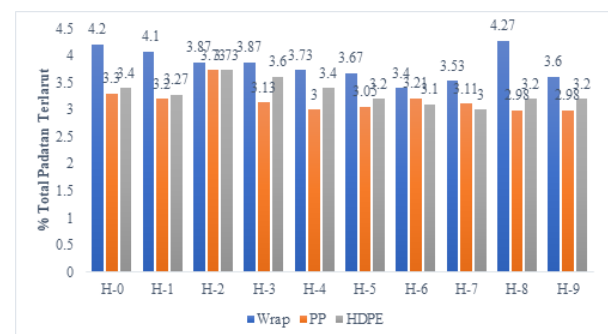
Berdasarkan grafik pada suhu 10 °C susut bobot buah tomat tertinggi pada kemasan wrap pada hari ke-0 sebesar 1,25% dan terendah sebesar 0,12% pada kemasan HDPE di hari ke-9. Pada suhu 30°C susut bobot buah tomat tertinggi sebesar 1,55% pada kemasan wrap di hari ke-0 dan terendah sebesar 0,43% pada kemasan HDPE di hari ke-3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada penggunaan kemasan wrap memiliki susut bobot yang lebih tinggi dibandingkan kemasan PP dan HDPE.

Hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa perlakuan suhu penyimpanan dan jenis kemasan yang berbeda nyata pada taraf 5% terhadap susut buah tomat. Lama proses penyimpanan pada tomat mempengaruhi susut bobot sehingga semakin lama penyimpanan maka bobot tomat semakin berkurang. Menurunnya susut bobot ini sebagian besar disebabkan oleh kehilangan air akibat transpirasi dan terurainya glukosa menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O selama proses respirasi walaupun dalam jumlah kecil. Gas yang dihasilkan akan menguap dan menyebabkan susut bobot. Susut bobot pada suhu 10°C terjadi akibat proses respirasi pada tomat,

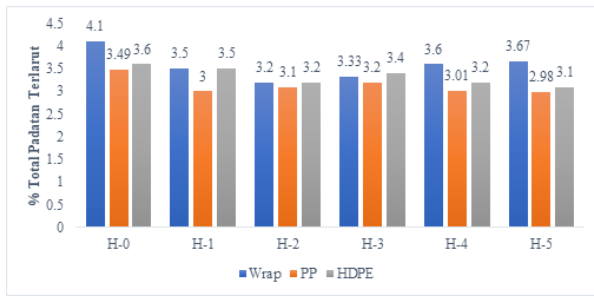
sedangkan untuk tomat yang disimpan pada suhu 30°C mengalami respirasi yang lebih cepat, menyebabkan munculnya bintik-bintik kecil atau lubang di permukaan buah tomat karena kulitnya mulai mengerut, yang pada gilirannya dapat menyebabkan keluarnya air dari dalam tomat. Peningkatan susut bobot sebagian besar disebabkan oleh tingginya tingkat transpirasi. Dalam setiap perlakuan, terjadi peningkatan penyusutan yang sesuai, dikarenakan tomat termasuk buah dengan pola respirasi klimaterik. Buah klimaterik adalah buah yang mengalami peningkatan tajam dalam respirasi dan produksi etilen setelah dipanen.

### Total Padatan Terlarut (TPT)

Selama masa penyimpanan, tidak hanya terjadi perubahan fisik, tetapi juga terjadi perubahan kimia, terutama dalam hal rasa manis buah yang tercermin melalui kandungan padatan terlarut. Mayoritas dari total padatan terlarut ini berasal dari kandungan gula dalam buah. Total padatan terlarut berfungsi sebagai indikator kasar untuk mengukur kandungan gula dalam suatu larutan. Komponen-komponen utama dari total padatan terlarut meliputi gula (seperti sukrosa dan heksosa sekitar 65%), asam, mineral, serta komponen kecil seperti fenol, asam amino, dan pektin terlarut. Informasi lebih lanjut mengenai nilai total padatan terlarut dapat ditemukan pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5. TPT suhu 10°C



Gambar 6. TPT suhu 30°C

Berdasarkan grafik menunjukkan bahwa total padatan terlarut buah tomat tertinggi sebesar 4,27% pada kemasan wrap suhu 10°C, sedangkan terendah sebesar 2,98% pada kemasan PP di hari ke-8 dan ke-9. Pada suhu 30°C total padatan terlarut buah tomat tertinggi pada kemasan wrap hari ke-0 sebesar 4,1% dan terendah pada kemasan PP di hari ke-5 sebesar 2,98%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan kemasan wrap pada buah tomat memiliki total padatan terlarut yang lebih tinggi dibandingkan kemasan PP dan HDPE. Kenaikan nilai TPT dapat dijelaskan karena akibat terbentuknya gula akibat respirasi yang memecahkan bahan kompleks seperti karbohidrat. Penurunan TPT menunjukkan bahwa buah telah lewat matang sehingga jumlah gula yang terbentuk berkurang. Berdasarkan hasil analisis uji ANOVA menunjukkan bahwa perlakuan suhu penyimpanan dan jenis kemasan berbeda nyata pada taraf 5% terhadap total padatan terlarut buah tomat.

Berdasarkan Gambar 5 dan Gambar 6 menunjukkan bahwa pada awal penyimpanan terdapat penurunan total padatan terlarut yang kemudian terjadi kenaikan. Ini adalah karakteristik yang khas dari buah dalam keadaan klimakterik. Peningkatan total padatan terlarut, terutama dengan kandungan utama gula sederhana, mungkin disebabkan oleh peningkatan laju respirasi. Proses ini mengakibatkan pemecahan oksidatif dari bahan-bahan kompleks seperti karbohidrat. Akibatnya, kandungan pati pada tomat menurun dan gula sederhana seperti sukrosa, glukosa, dan fruktosa terbentuk. Menurut Winarno dan Wirakartakusumah (1981), selama respirasi, terjadi pemecahan oksidatif dari bahan-bahan kompleks seperti karbohidrat, mengakibatkan penurunan kandungan pati dan

pembentukan gula sederhana. Proses pematangan pada buah menyebabkan peningkatan kandungan gula dan penurunan kadar asam organik serta senyawa fenolik. Hal ini diyakini terjadi karena selama proses pematangan, kandungan gula dalam tomat terus meningkat sebagai akibat dari degradasi pati (karbohidrat) menjadi gula sederhana (glukosa dan fruktosa), sehingga menyebabkan peningkatan kandungan gula pada buah. Perubahan total padatan terlarut dengan perlakuan kemasan PP dan HDPE selama penyimpanan relatif kecil.

### Pendugaan Umur Simpan

Penentuan umur simpan tomat terolah minimal dilakukan menggunakan metode *Accelerated Shelf-Life Testing* (ASLT) dengan pendekatan Arrhenius. Prinsip metode ASLT yaitu mempercepat kerusakan fisik-kimia pada suatu produk dengan suhu kemudian ditentukan umur simpan yang sebenarnya dengan perhitungan matematis. Reaksi kehilangan mutu pada makanan banyak dijelaskan oleh reaksi nol dan satu, dan sedikit pada ordo reaksi lain. Penurunan mutu ordo reaksi nol adalah penurunan mutu yang konstan. Reaksi yang termasuk pada ordo nol, laju reaksinya tidak tergantung pada konsentrasi pereaksinya, dengan kata lain reaksi berlangsung dengan laju yang tetap. Jenis reaksi ordo nol tidak terlalu umum terjadi.

Pendugaan umur simpan dimulai dengan membuat regresi hubungan antara parameter kadar air dengan lama penyimpanan. Nilai persamaan regresi sampel selama penyimpanan dengan suhu dan kemasan yang berbeda disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Persamaan regresi linier total padatan terlarut tomat kemasan PP

Suhu (°C)	Persamaan Regresi Linier		R <sup>2</sup>	
	Ordo 0	Ordo 1	Ordo 0	Ordo 1
10	-	-	0,234	0,2463
	0,0267x + 3,435	0,0081x + 1,2332		

30	-	-	0,7227	0,7123
	0,0389x	0,0117x		
	+	+ 1,243		
	3,4667			

Tabel 3. Persamaan regresi linier total padatan terlarut tomat kemasan HDPE

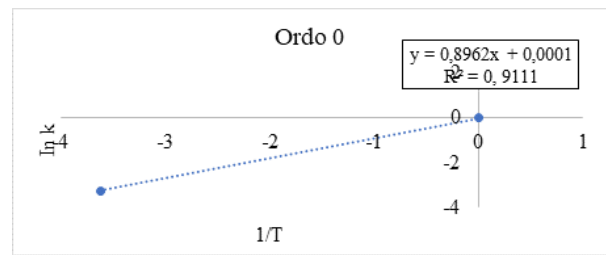
Suhu (°C)	Persamaan Regresi Linier		R <sup>2</sup>	
	Ordo 0	Ordo 1	Ordo 0	Ordo 1
10	-	-	0,497	0,502
	0,0193x	0,006x	6	
	+	+		
	3,217	1,1689		
30	-	-	0,008	0,0104
	0,0057x	0,0021x	9	
	+	+		
	3,023	1,1049		

Tabel 4. Persamaan regresi linier total padatan terlarut tomat kemasan Wrap

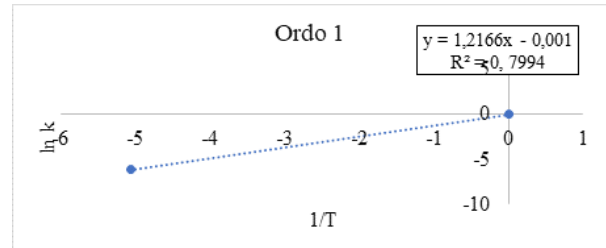
Suhu (°C)	Persamaan Regresi Linier		R <sup>2</sup>	
	Ordo 0	Ordo 1	Ordo 0	Ordo 1
10	-	-	0,5341	0,5242
	0,0537x	0,0142x		
	+	+		
	3,909	1,3611		
30	0,013x	0,0037x	0,1888	0,186
	+	+		
	3,434	1,2334		

Pemilihan ordo reaksi untuk suatu parameter dilakukan dengan cara membandingkan nilai regresi (R<sup>2</sup>) tiap persamaan linear pada suhu yang sama. Ordo reaksi dengan nilai R<sup>2</sup> yang lebih besar merupakan ordo reaksi yang digunakan oleh parameter tersebut.

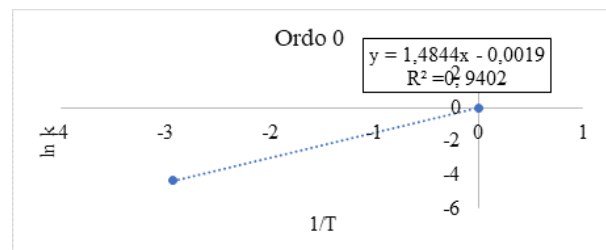
Berdasarkan Tabel 3, Tabel 4, dan Tabel 5 diketahui bahwa koefisien determinasi ordo nol sehingga ordo satu merupakan ordo reaksi yang digunakan untuk menentukan umur simpan tomat terolah minimal. Penentuan persamaan Arrhenius dilakukan dengan membuat plot nilai ln k dan 1/T pada reaksi perubahan nilai berat teh beluntas dan rosella (Agustin, 2017). Hasil plot nilai ln k dan 1/T dapat dilihat pada Gambar 7, Gambar 8, dan Gambar 9.



Gambar 7 Hubungan antara ln k dan 1/T total padatan terlarut kemasan PP



Gambar 8 Hubungan antara ln k dan 1/T total padatan terlarut kemasan HDPE



Gambar 9 Hubungan antara ln k dan 1/T total padatan terlarut kemasan Wrap

Hasil plot data nilai ln k dengan 1/T pada Gambar 7, Gambar 8, dan Gambar 9 menghasilkan persamaan regresi dimana nilai slope merupakan nilai  $-E_a/R$  dan nilai intersep yang di dapat adalah  $\ln k_0$ . Persamaan regresi linier dari plot ln k dan 1/T pada perubahan parameter total padatan terlarut tomat pada kemasan wrap suhu 10°C dan 30°C yaitu  $y = 1,4844x - 0,0019$  dengan  $R^2 = 0,9402$  kemasan HDPE suhu 10°C dan 30°C yaitu  $y = 1,2166x - 0,001$  dengan  $R^2 = 0,7994$ , kemasan PP yaitu  $y = 0,8962x + 0,0001$   $R^2 = 0,9111$ .

Umur simpan (t) dihitung dengan persamaan kinerja reaksi berdasar ordo reaksinya. Penentuan umur simpan dengan menentukan nilai k terlebih dahulu sehingga diperoleh umur simpan seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pendugaan umur simpan metode arrhenius

Kemasan	Umur Simpan (Hari)
---------	--------------------



	10°C	30°C
PP	10 hari	3 hari
HDPE	7 hari	2 hari
Wrap	15 hari	5 hari

Hasil pendugaan umur simpan dapat dilihat pada Tabel 5. Pada penyimpanan suhu 10°C, umur simpan buah tomat dengan kemasan PP adalah 10 hari, kemasan HDPE adalah 7 hari dan kemasan wrap adalah 15 hari. Sedangkan penyimpanan pada suhu 30°C, umur simpan buah tomat dengan kemasan PP adalah 3 hari, kemasan HDPE adalah 2 hari dan kemasan wrap adalah 5 hari. Hal ini menunjukkan bahwa penyimpanan pada suhu 10°C dapat mempertahankan mutu buah tomat. Perbedaan umur simpan buah tomat disebabkan oleh perbedaan kemasan yang digunakan. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa penyimpanan buah tomat dengan kemasan wrap cenderung memiliki umur simpan yang lebih lama dibandingkan kemasan PP dan HDPE. Hal ini disebabkan karena kemasan wrap lebih kedap udara sehingga dapat memperpanjang umur simpan buah tomat.

Jangka waktu kadaluarsa sangat dipengaruhi oleh suhu penyimpanan, yaitu semakin tinggi suhu penyimpanan maka semakin pendek jangka waktu kadaluarsanya. Suhu merupakan faktor yang mempengaruhi terhadap perubahan mutu makanan. Semakin tinggi suhu penyimpanan maka laju reaksi berbagai senyawa kimia akan semakin cepat. Pendugaan umur simpan tomat terolah minimal menggunakan model arrhenius dilakukan dengan menyimpan tomat pada suhu yang lebih tinggi sehingga kerusakan pada buah tomat menjadi lebih cepat terjadi.

### KESIMPULAN

Kesimpulan diperoleh dari penelitian ini yaitu: (1) Perlakuan nilai pH tertinggi pada suhu 10°C dengan perlakuan kemasan wrap sebesar 3,6 dan pada suhu 30°C nilai pH tertinggi pada kemasan wrap sebesar 3,6. Nilai susut bobot buah tomat pada suhu 10°C tertinggi terdapat pada perlakuan kemasan wrap sebesar 1,25% dan tertinggi pada suhu 30°C susut bobot buah tomat tertinggi sebesar 1,55% pada kemasan wrap. Nilai total padatan

terlarut tertinggi sebesar 4,27% pada kemasan wrap suhu 10°C dan pada suhu 30°C total padatan terlarut buah tomat tertinggi pada kemasan wrap sebesar 4,1%. (2) Menentukan umur simpan tomat terolah minimal dengan metode ASLT model Arrhenius didapatkan hasil untuk kemasan yang paling lama yaitu kemasan wrapping dengan pendugaan umur simpan selama 15 hari pada suhu 10°C sedangkan umur simpan yang paling singkat selama 2 hari pada suhu 30°C kemasan HDPE.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari kegiatan P2MW tahun 2023. Terima kasih banyak kepada Direktorat Pembelajaran dan Kemahasiswaan, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi atas dukungan biaya yang diberikan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, N.I. 2017. Penentuan Umur Simpan Dengan Metode Accelerated Shelf Life Testing (ASLT) Dan Analisis Proksimat Pada Minuman Rumput Laut [Skripsi]. Surabaya: Fakultas Ilmu Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Andriani, E.S., Nurwantoro, N., & Hintono, A.. (2018). Perubahan fisik tomat selama penyimpanan pada suhu ruang akibat pelapisan dengan agar-agar. *Jurnal Teknologi Pangan*, 2(2): 176-183.
- Astuti, Z.M., Ishartani, D., & Muhammad, D.R.A. (2021). Penggunaan pemanis rendah kalori stevia pada velva tomat (*lycopersicum esculentum mill*). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 14(1): 30-43.
- Halid, E. (2021). Pertumbuhan dan produksi tanaman tomat (*lycopersium esculentum mill*) pada pemberian berbagai dosis bubuk cangkang telur. *Agroplanta: Jurnal Ilmiah Terapan Budidaya dan Pengelolaan Tanaman Pertanian Dan Perkebunan*, 10(1): 59-66.
- Harris, H. & D.M. Fadli. 2014. Penentuan umur simpan (shelf life) pundang seluang (*rasbora sp*) yang dikemas menggunakan kemasan vakum dan tanpa

- vakum (determination of pundang seluang (*rasbora* sp) shelf life which packed using vacuum and non vacuum packaging). *Saintek Perikanan: Indonesian Journal of Fisheries Science And Technology*, 9(2): 53-62.
- Hasany, M.R., E. Afrianto, & R.I. Pratama. 2017. Pendugaan umur simpan menggunakan metode Accelerated Shelf Life Test (ASLT) model arrhenius pada fruit nori. *Jurnal Perikanan Kelautan*, 8(1): 1-10.
- Imamah, N. (2016). Kajian Model Arrhenius Laju Respirasi Dan Teknik Pengemasan Brokoli (*Brassica Oleracea L. Var Italica*) Terolah Minimal [Tesis]. Bogor: Doctoral Dissertation, Bogor Agricultural University (IPB).
- Judahri, A. (2021). Efek Perangkap Kuning Dan Metil Eugenol Terhadap Populasi Dan Intensitas Serangan Lalat Buah *Bactrocera* Spp. Pada Pertanaman Tomat (*Solanum Lycopersicum L.*) Di Desa Tongko Kecamatan Baroko Kabupaten Enrekang [Skripsi]. Makassar: Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin.
- Marpaung, M. & Ahmad, U. (2015). Pelapis nanokomposit untuk pengawetan salak pondoh terolah minimal. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 3(1):1-10.
- Nur, K. (2018). Analisis Pengaruh Pengelolaan Dan Produksi Tanaman Tomat Terhadap Nilai Jual Buah Tomat Di Desa Tonasa Kec Tombolo Pao Kab Gowa (Perspektif Ekonomi Syariah) [Skripsi]. Makassar: Fakultas Agama Islam, Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Nuraini, V. & Widanti, Y.A. (2020). Pendugaan umur simpan makanan tradisional berbahan dasar beras dengan metode Accelerated Shelf Life Testing (ASLT) melalui pendekatan arrhenius dan kadar air kritis. *Jurnal Agroteknologi*, 14(2):189-198.
- Syska, K., & Ropiudin, R. (2023a). Drying Characteristics and Hedonic Quality of Crystal Coconut Sugar using Rotating Rack Type Dryer with Energy Source from Thermal Waste and Biomass. *Jurnal Agritechno*, 16(1): 19–28.
- Syska, K., & Ropiudin, R. (2023b). Study of "Green Manufacturing" on Rural Crystal Coconut Sugar SMEs. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 11(1): 13–27.
- Syska, K., Nuroniah, N.S., Ropiudin. (2023). Pendugaan Umur Simpan Gula Kelapa Kristal dalam Kemasan Vakum menggunakan Metode Accelerated Shelf Life Test (ASLT) Model Arrhenius. *Rona Teknik Pertanian*, 16(1): 69-80.
- Tantika, N.D. (2021). Pengemasan Termodifikasi Kangkung (*Ipomoea Reptans*) Terolah Minimal Dengan Tipe Kemasan Stretch Film, [Skripsi]. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Tareen, H., Ahmed, S., Mengal, F., Masood, Z., Bibi, S., & Mengal, R. (2015). Estimation of vitamin c content in artificially packed juices of two commercially attracted companies in relation to their significance for human health. *Biological Forum –An International Journal*, 7(2): 682–685.
- Wasono, M.S.E. & Yuwono, S.S. (2014). Pendugaan umur simpan tepung pisang goreng menggunakan metode accelerated shelf life testing dengan pendekatan arrhenius. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2(4):178-187.
- Willy, W. & Nurjanah, S. (2019). Pengaruh kemasan produk dan rasa terhadap minat beli yang berdampak pada keputusan pembelian pelanggan minuman energi. *Jurnal Ilmu Manajemen*, 8(2): 65-74.
- Yuliasih, I., Sugiarto, S., & Mawaddah, H.A. 2022. Minimally process pada daun kale (*brassica oleracea var. Acephala*). *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 32(3): 264-272.
- Zebua, M.J, Suharsi, T.K., & Syukur, M. (2019). Studi Karakter Fisik Dan Fisiologi Buah Dan Benih Tomat (*Solanum Lycopersicum L.*) Tora IPB. *Buletin Agrohorti*, 7(1):69–75.