



**INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA**

**PENDUGAAN UMUR SIMPAN PERMEN *JELLY* BELIMBING  
WULUH (*Averrhoa bilimbi, L*)**

**SKRIPSI**

**ALFIRA DAMAYANTI  
1321800022**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN  
INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA  
TANGERANG SELATAN  
2023**



**INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA**

**PENDUGAAN UMUR SIMPAN PERMEN *JELLY* BELIMBING  
WULUH (*Averrhoa bilimbi, L*)**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknologi  
Pertanian**


**ALFIRA DAMAYANTI**

**1321800022**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN  
INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA  
TANGERANG SELATAN  
2023**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama** : ALFIRA DAMAYANTI  
**NRP** : 1321800022  
**Tanda Tangan** :   
**Tanggal** : 20 Februari 2023

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh

Nama : ALFIRA DAMAYANTI  
NPM : 1321800022  
Program Studi : TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN  
Judul Skripsi : PENDUGAAN UMUR SIMPAN PERMEN *JELLY*  
BELIMBING WULUH (*Averrhoa bilimbi*, L)

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian pada Program Studi Teknologi Industri Pertanian Institut Teknologi Indonesia.

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. rer. nat. Ir. Abu Amar, IPM  
Penguji 1 : Dr. Ir. Iyus Hendrawan, MSi, IPU, ASEAN ENG.  
Penguji 2 : Ir. Darti Nurani, M.Si  
Penguji 3 : Ir. Raskita Saragih, MS



Ditetapkan di : Kampus Institut Teknologi Indonesia, Tangerang Selatan  
Tanggal : 20 Februari 2023

### KETUA PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN



**Ir. Shinta Leonita, S.TP., M.Si**

Skripsi yang berjudul:  
**PENDUGAAN UMUR SIMPAN PERMEN *JELLY* BELIMBING  
WULUH (*Averrhoa bilimbi*, L)**

Deerstalking dan Disusun oleh:  
**ALFIRA DAMAYANTI**  
**1321800022**

Telah Dipertahankan di depan Dewan Penguji pada Tanggal 20 Februari 2023

Skripsi tersebut telah diterima  
Sebagai sebagian persyaratan yang diperlukan  
Untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian

Tangerang Selatan, 20 Februari 2023

Pembimbing Utama



(Dr. rer. nat. Ir. Abu Amar, IPM)

Pembimbing Pendamping



(Ir. Raskita Saragih, MS)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah skripsi sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Program Sarjana pada Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Institut Teknologi Indonesia. Penyelesaian makalah skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, motivasi, serta bimbingan dari berbagai pihak, sehingga penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya selama masa perkuliahan dan pengerjaan laporan tugas akhir ini. Karunia berupa kemudahan dan kelancaran dalam pengerjaan seperti kesehatan, keuangan, waktu, serta yang terpenting iman dan islam yang Alhamdulillah menjadi salah satu faktor penting dalam terselesaikannya laporan tugas akhir ini dengan tepat waktu.
2. Ir. Shinta Leonita, S.TP., M.Si. selaku Ketua Program Studi Teknologi Industri Pertanian.
3. Dr. rer. nat. Ir. Abu Amar, IPM. selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah bersedia dengan sabar memberi masukan dan membimbing penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir dengan baik.
4. Ir. Raskita Saragih, MS. selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah bersedia membimbing dan memberi dukungan serta masukan kepada penulis dalam penelitian tugas akhir dengan baik.
5. Ir. Heru Irianto, M.Si. selaku Dosen Penasehat Akademik 2018 yang telah memberi dukungan, masukan, serta motivasi kepada penulis.
6. Bapak dan Ibu dosen serta staf Program Studi Teknologi Industri Pertanian atas bantuan dan dukungan kepada penulis.
7. Orang tua dan seluruh keluarga yang selalu memberikan dukungan berupa do'a, material, dan motivasi yang sangat luar biasa kepada penulis.
8. Diri saya sendiri, yang telah mampu kooperatif dalam mengerjakan tugas akhir ini. Terimakasih karena selalu berpikir positif ketika keadaan sempit tidak berpihak, dan selalu berusaha mempercayai diri sendiri, hingga akhirnya diri saya mampu membuktikan bahwa saya bisa mengandalkan diri sendiri.

9. Anggie Syahfitri R, Eka Nanda Zaharani, Nurul Khasanah dan Nur Amalia Karsydi yang telah memberikan masukan dan dukungan kepada penulis selama penelitian tugas akhir.
10. Teman – teman TIP angkatan 2018 yang selalu membantu, menemani, dan memberikan dukungan serta semangat kepada penulis.
11. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah banyak memberi dukungan dan bantuan kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian tugas akhir.

Penulis telah berusaha memberikan yang terbaik dalam penelitian dan penyusunan makalah skripsi, namun penulis menyadari masih memiliki banyak kekurangan dan tidak menutup atas kritik dan saran yang diberikan oleh para pembaca. Semoga makalah ini bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Tangerang Selatan, 20 Februari 2023



Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR / SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai civitas akademika Institut Teknologi Indonesia, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : ALFIRA DAMAYANTI  
NPM : 1321800022  
Program Studi : Teknologi Industri Pertanian  
Jenis Karya : Tugas Akhir / Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi Indonesia Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**PENDUGAAN UMUR SIMPAN PERMEN JELLY  
BELIMBING WULUH (*Averrhoa bilimbi, L*)**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini Institut Teknologi Indonesia berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir/Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Dibuat di : Tangerang Selatan

Pada Tanggal : 20 Februari 2023

Yang Menyatakan,



ALFIRA DAMAYANTI



## ABSTRAK

**Nama** : Alfira Damayanti  
**Program Studi** : Teknologi Industri Pertanian  
**Judul** : Pendugaan Umur Simpan Permen *Jelly Belimbing Wuluh* (*Averrhoa bilimbi. L*)  
**Dosen Pembimbing** : Dr. rer. nat. Ir. Abu Amar, IPM  
: Ir. Raskita Saragih, MS

Permen *Jelly* belimbing wuluh termasuk dalam golongan makanan semi basah dengan tekstur yang kenyal. Pangan olahan permen *Jelly* belimbing wuluh sangat menjanjikan untuk dikembangkan. Permasalahannya, belum ada informasi tentang umur simpan permen *Jelly* belimbing wuluh. Tujuan penelitian ini adalah untuk menduga umur simpan permen *jelly* belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi, L*). Umur simpan adalah selang waktu sejak barang diproduksi hingga produk tersebut tidak layak diterima atau telah kehilangan sifat khususnya. Penelitian ini dilakukan dua tahap yaitu preparasi produk dan pengujian produk. Rancangan percobaan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri atas dua faktor. Faktor A adalah suhu penyimpanan yang terdiri atas 3 taraf, yaitu  $a_1 = 15^{\circ}\text{C}$ ,  $a_2 = 25^{\circ}\text{C}$ , dan  $a_3 = 35^{\circ}\text{C}$ . Faktor B adalah waktu penyimpanan yang terdiri atas 5 taraf, yaitu  $b_1 = 0$  hari,  $b_2 = 7$  hari,  $b_3 = 14$  hari,  $b_4 = 21$  hari, dan  $b_5 = 28$  hari. Pengulangan penelitian dilakukan dua kali. Analisis produk meliputi pengamatan visual produk yaitu pengamatan warna, aroma dan tekstur; dan analisis kuantitatif yaitu analisis kadar vitamin C, angka lempeng total serta total kapang dan khamir. Metode pendugaan umur simpan yang digunakan adalah metode *Accelerated Shelf Life Test* (ASLT) dengan pendekatan Arrhenius melalui ordo nol. Berdasarkan hasil analisis pengamatan visual dan analisis vitamin C menunjukkan bahwa suhu dan waktu penyimpanan yang semakin lama akan mempengaruhi kualitas warna dan tekstur permen *jelly* belimbing wuluh. Kadar Vitamin C permen *jelly* belimbing wuluh menurun di semua suhu dan waktu penyimpanan. Dan umur simpan permen *jelly* belimbing wuluh terbaik yaitu selama 27,06 hari pada suhu  $15^{\circ}\text{C}$  dengan warna kuning beraroma khas belimbing wuluh dan bertekstur sedikit kenyal dengan total kadar vitamin C 9,68 mg/g, total kapang dan khamir  $7,3 \times 10^1$  koloni/g dan angka lempeng total  $4,9 \times 10^3$  koloni/g. Semua hasil analisis mikrobiologi masih di bawah standar mutu permen *jelly* menurut SNI 3547.02-2008.

**Kata Kunci** : belimbing wuluh, permen *Jelly*, umur simpan

## ABSTRACT

**Nama** : Alfira Damayanti  
**Program Studi** : Teknologi Industri Pertanian  
**Judul** : *Estimation of Shelf-Life Jelly Wuluh Starfruit Candy (Averrhoa bilimbi. L)*  
**Dosen Pembimbing** : Dr. rer. nat. Ir. Abu Amar, IPM  
: Ir. Raskita Saragih, MS

*Wuluh starfruit jelly candy is included in the semi-moist food group with a chewy texture. Processed wuluh starfruit jelly candy is very promising to be developed. The problem is, there is no information about the shelf-life of wuluh starfruit jelly candy. The purpose of this study was to estimate the shelf-life wuluh starfruit jelly candy (Averrhoa bilimbi, L). Shelf life is the time interval from the time the goods are produced until the product is no longer suitable for use or has lost its special properties. This research was carried out in two stages, namely product preparation and product testing. The experimental design in this study was a randomized block design (RBD) which consisted of two factors. Factor A is the storage temperature which consists of 3 levels, namely  $a_1 = 15^\circ\text{C}$ ,  $a_2 = 25^\circ\text{C}$ , and  $a_3 = 35^\circ\text{C}$ . Factor B is storage time which consists of 5 levels, namely  $B_1 = 0$  days,  $B_2 = 7$  days,  $B_3 = 14$  days,  $B_4 = 21$  days, and  $B_5 = 28$  days. The repetition of the research was carried out twice. Product analysis includes visual observation of the product, namely observation of color, aroma and texture; and quantitative analysis, namely analysis of vitamin C levels, total plate count and total mold and yeast. The shelf-life estimation method used is the Accelerated Shelf-Life Test (ASLT) method with the Arrhenius approach through zero order. Based on the results of the visual observation analysis and vitamin C analysis, it was shown that the longer the temperature and storage time would affect the quality of the color and texture of wuluh starfruit jelly candy. Vitamin C levels of wuluh starfruit jelly candy decreased at all temperatures and storage times. And the best shelf-life of wuluh starfruit jelly candy was for 27.06 days at  $15^\circ\text{C}$  with a yellow color with the smell of wuluh starfruit wuluh and a somewhat chewy texture with a total vitamin C level of 9.68 mg/g, total mold and yeast  $7.3 \times 10^1$  colonies/g and a total plate number of  $4.9 \times 10^3$  colonies/g. All results of microbiological analysis are still below the jelly candy quality standard according to SNI 3547.02-2008.*

*Keywords: wuluh starfruit, jelly candy, shelf-life*

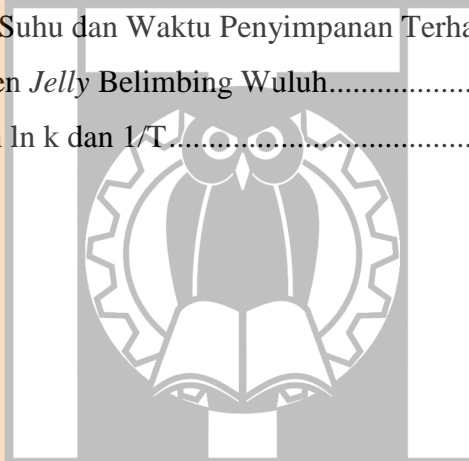
## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI</b> .....	<b>viii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Kerangka Pemikiran.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Belimbing Wuluh .....	5
2.2 Permen <i>Jelly</i> .....	7
2.3 Bahan Baku Pembuatan Permen <i>Jelly</i> Belimbing Wuluh.....	8
2.4 Kemasan .....	11
2.5 Pendugaan Umur Simpan.....	12
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>16</b>

3.1	Tempat dan Waktu Penelitian .....	16
3.2	Alat dan Bahan .....	16
3.3	Prosedur Penelitian.....	16
3.4	Rancangan Percobaan .....	20
3.5	Analisis.....	20
<b>BAB IV HASIL DAN ANALISIS HASIL .....</b>		<b>25</b>
4.1	Pengamatan Visual Produk .....	25
4.2	Analisis Angka Lempeng Total .....	26
4.3	Analisis Kapang dan Khamir .....	28
4.4	Analisis Kadar Vitamin C .....	31
4.5	Analisis Kadar Air.....	33
4.6	Uji Pendugaan Umur Simpan.....	33
<b>BAB V PEMBAHASAN DAN PENDAPAT .....</b>		<b>36</b>
5.1	Pengamatan Visual Produk .....	36
5.2	Analisis Angka Lempeng Total .....	37
5.3	Analisis Kapang dan Khamir .....	38
5.4	Analisis Kadar Vitamin C .....	40
5.5	Analisis Kadar Air.....	41
5.6	Uji Pendugaan Umur Simpan.....	42
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>45</b>
6.1	Kesimpulan .....	45
6.2	Saran.....	45
<b>DAFTAR REFERENSI.....</b>		<b>46</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>49</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Belimbing Wuluh .....	5
<b>Gambar 2.2</b> Permen <i>Jelly</i> .....	7
<b>Gambar 2.3</b> Aluminium Foil .....	11
<b>Gambar 2.4</b> Grafik antara nilai $\ln k$ dengan $(1/T)$ dalam Persamaan Arrhenius.....	14
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Proses Produksi Permen <i>Jelly</i> Belimbing Wuluh .....	18
<b>Gambar 3.2</b> Diagram Alir Pendugaan Umur Simpan Permen <i>Jelly</i> Belimbing Wuluh .....	19
<b>Gambar 5.1</b> Kurva Pengaruh Suhu dan Waktu Penyimpanan Terhadap Nilai Angka Lempeng Total Permen <i>Jelly</i> Belimbing Wuluh .....	38
<b>Gambar 5.2</b> Kurva Pengaruh Suhu dan Waktu Penyimpanan Terhadap Nilai Total Kapang dan Khamir Permen <i>Jelly</i> Belimbing Wuluh .....	39
<b>Gambar 5.3</b> Kurva Pengaruh Suhu dan Waktu Penyimpanan Terhadap Nilai Vitamin C Permen <i>Jelly</i> Belimbing Wuluh.....	41
<b>Gambar 5.4</b> Kurva Hubungan $\ln k$ dan $1/T$ .....	43

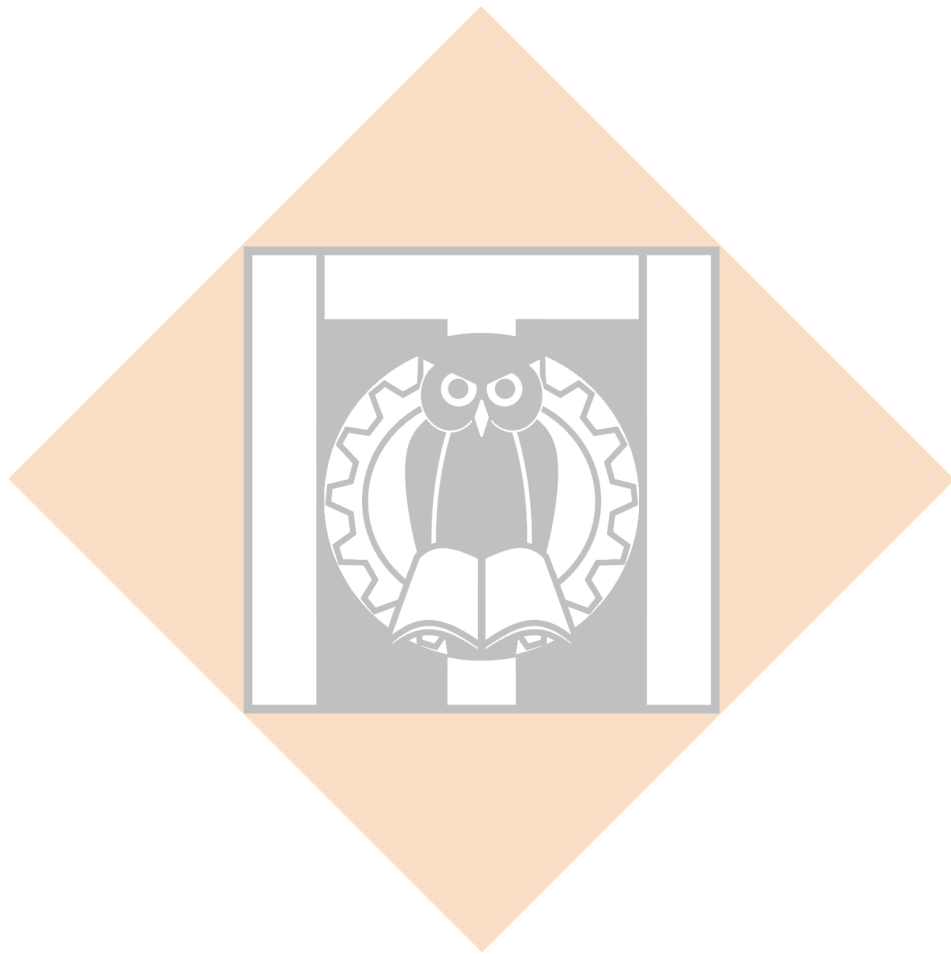


## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Kandungan Zat Gizi Belimbing Wuluh per 100 gram.....	6
<b>Tabel 2.2</b> Syarat Mutu Permen <i>Jelly</i> Menurut 3547.02-2008.....	8
<b>Tabel 2.3</b> Komposisi Kimia Gula Pasir per 100 gram .....	10
<b>Tabel 4.1</b> Hasil Pengamatan Visual Produk Permen <i>Jelly</i> Belimbing Wuluh .....	25
<b>Tabel 4.2</b> Hasil Sidik Ragam Nilai Angka Lempeng Total .....	26
<b>Tabel 4.3</b> Hasil Uji BNT Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Nilai Angka Lempeng Total pada Permen <i>Jelly</i> Belimbing Wuluh.....	27
<b>Tabel 4.4</b> Hasil Uji BNT Pengaruh Waktu Penyimpanan Terhadap Nilai Angka Lempeng Total pada Permen <i>Jelly</i> Belimbing Wuluh.....	27
<b>Tabel 4.5</b> Hasil Uji BNT Pengaruh Interaksi Suhu dan Waktu Terhadap Nilai Angka Lempeng Total pada Permen <i>Jelly</i> Belimbing Wuluh .....	28
<b>Tabel 4.6</b> Hasil Sidik Ragam Nilai Total Kapang dan Khamir .....	29
<b>Tabel 4.7</b> Hasil Uji BNJ Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Nilai Total Kapang dan Khamir pada Permen <i>Jelly</i> Belimbing Wuluh .....	29
<b>Tabel 4.8</b> Hasil Uji BNJ Pengaruh Waktu Penyimpanan Terhadap Nilai Total Kapang dan Khamir pada Permen <i>Jelly</i> Belimbing Wuluh .....	30
<b>Tabel 4.9</b> Hasil Uji BNJ Pengaruh Interaksi Suhu dan Waktu Penyimpanan Terhadap Nilai Total Kapang dan Khamir pada Permen <i>Jelly</i> Belimbing Wuluh.....	31
<b>Tabel 4.10</b> Hasil Sidik Ragam Nilai Kadar Vitamin C Permen <i>Jelly</i> Belimbing Wuluh.....	32
<b>Tabel 4.11</b> Hasil Uji BNJ Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Nilai Kadar Vitamin C Permen <i>Jelly</i> Belimbing Wuluh.....	32
<b>Tabel 4.12</b> Hasil Uji BNJ Pengaruh Waktu Penyimpanan Terhadap Nilai Kadar Vitamin C Permen <i>Jelly</i> Belimbing Wuluh .....	33
<b>Tabel 4.13</b> Nilai k dan ln k Perubahan Nilai Total Kapang dan Khamir Permen <i>Jelly</i> Belimbing Wuluh .....	34
<b>Tabel 4.14</b> Nilai k dan ln k Perubahan Nilai Total Kapang dan Khamir Permen <i>Jelly</i> Belimbing Wuluh Selama Penyimpanan .....	34

**Tabel 4.15** Persamaan Regresi Linier pada Perubahan Nilai Total Kapang dan Khamir Berdasarkan Jenis Suhu Selama Penyimpanan .....34

**Tabel 4.16** Hasil Pendugaan Umur Simpan Permen *Jelly* Belimbing Wuluh .....35



## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1</b>	Perhitungan Statistika Angka Lempeng Total .....	50
<b>Lampiran 2</b>	Perhitungan Statistika Total Kapang dan Khamir .....	64
<b>Lampiran 3</b>	Perhitungan Statistika Analisis Vitamin C .....	77
<b>Lampiran 4</b>	Perhitungan Analisis Kadar Air .....	84
<b>Lampiran 5</b>	Pendugaan Umur Simpan Permen <i>Jelly</i> Belimbing Wuluh dengan Metode <i>Accelerated Shelf-Life Testing</i> (ASLT).....	85
<b>Lampiran 6</b>	Dokumentasi Hasil Nilai Total Kapang dan Khamir .....	89





# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Buah belimbing wuluh yang sudah matang mempunyai rasa asam dan tinggi kandungan serat. Beberapa kandungan mineral di dalam buah belimbing wuluh adalah kalsium, fosfor, zat besi, dan kalium. Selain itu, di dalam buah belimbing wuluh juga terdapat senyawa kimia yaitu asam format, asam sitrat, asam askorbat (vitamin C), saponin, tannin, flavonoid, glukosida, riboflavin, vitamin B1, niacin, asam askorbat, karoten, vitamin A, perasan belimbing wuluh mengandung senyawa aktif yang berperan sebagai zat antibakteri berupa flavonoid dan triterpenoid (Aseptianova, 2020). Belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi Linn*) merupakan buah yang banyak tersebar di Indonesia sebagai tanaman pekarangan rumah yang belum dibudidayakan.

Permen adalah produk makanan ringan yang banyak disukai oleh semua golongan umur terutama anak-anak, karena permen memiliki keanekaragaman rasa, warna dan bentuk yang menarik. Permen *jelly* termasuk permen lunak (*soft candy*) yang dibuat dari sari buah dan bahan pembentuk gel, kenampakan jernih dan transparan, serta mempunyai tekstur dan kekenyalan tertentu. Permen *jelly* dapat dibuat dari berbagai jenis buah seperti buah apel, jeruk, melon, anggur, pepaya, nangka, cempedak, nanas termasuk buah belimbing wuluh.

Untuk menjamin bahwa permen *jelly* masih layak dikonsumsi dan belum mengalami kerusakan, maka diperlukan informasi tentang masa simpan. Model yang sesuai dengan pendugaan umur simpan dari permen *jelly* adalah dengan parameter sensori berdasarkan kemunduran mutu rasa, aroma, kriteria total kapang, dan ketengikan produk. Semakin tinggi suhu penyimpanan maka laju reaksi berbagai senyawa kimia akan semakin meningkat, karena itu dalam menduga kecepatan penurunan mutu bahan pangan selama penyimpanan, faktor suhu harus selalu diperhatikan. Pendugaan umur simpan pada produk pangan dapat dilakukan dengan dua metode, yaitu *Extended Storage Studies* (ESS) dan *Accelerated Shelf-Life Test* (ASLT),

Proses pengolahan, pengemasan, dan penyimpanan diperlukan untuk mendapatkan mutu permen *jelly* belimbing wuluh yang baik. Setelah itu, proses pengemasan dan penyimpanan menjadi faktor penting yang harus diperhatikan untuk mempertahankan mutu produk tersebut. Pengemasan adalah salah satu cara memberikan kondisi yang tepat

bagi pangan untuk mempertahankan mutunya dalam jangka waktu yang diinginkan. Permen *jelly* merupakan produk yang memiliki sifat higroskopis, sehingga mudah menyerap air dari lingkungan ke dalam produk begitu sebaliknya. Selama penyimpanan kandungan air dalam bahan pangan dapat berubah akibat ketidakseimbangan kadar air pada bahan dengan kelembaban lingkungan, baik melalui proses penyerapan ataupun pelepasan kadar air suatu bahan. Untuk mempertahankan mutu permen *jelly* selama penyimpanan pemilihan jenis kemasan harus disesuaikan dengan karakteristik dari suatu produk yang ingin dikemas. Kemasan gelas, aluminium foil dan plastik jenis PP (polypropylene) banyak digunakan untuk mengemas permen di pasaran. Aluminium foil adalah jenis kemasan terbaik yang dapat mempertahankan mutu permen *jelly* rumput laut rasa kayu manis selama 20 hari (Azkiah, 2019). Dengan demikian, belum ada penelitian yang melaporkan pendugaan umur simpan pada permen menggunakan kemasan tersebut, khususnya permen *jelly* belimbing wuluh. Oleh karena itu, pendugaan umur simpan permen *jelly* belimbing wuluh perlu dilakukan untuk mengetahui tingkat ketahanan produk selama penyimpanan. Salah satu cara pendugaan umur simpan yang cepat dan cukup akurat adalah melalui metode akselerasi (*Accelerated Shelf-life Testing*) dengan menggunakan pendekatan metode Arrhenius.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penelitian (Hakim, 2022) didapat formula terbaik pembuatan permen *jelly* belimbing wuluh. Namun sebelum produk dipasarkan perlu dilakukan pendugaan umur simpannya untuk mengetahui tingkat ketahanan produk selama penyimpanan.

Permen *jelly* termasuk dalam pangan semi basah yang mempunyai kadar air sekitar 10 – 40% dan nilai  $a_w$  berkisar 0,6 – 0,9 (Buckle *et al.*, 1987). Kondisi ini telah cukup menghambat aktivitas biologis dan biokimia, sehingga tidak mudah terjadi kerusakan. Prinsip pengolahan permen sesuai dengan pengolahan pangan semi basah yaitu menurunkan nilai  $a_w$  produk pada suatu tingkat tertentu sehingga mikroba patogen tidak tumbuh. Walaupun demikian, naiknya nilai  $a_w$  dapat mempercepat tumbuhnya mikroba dalam produk tersebut dan mempengaruhi umur simpan produk yang relatif singkat.

Pada penelitian ini permen *jelly* belimbing wuluh yang dikemas aluminium foil akan disimpan dalam tiga variasi suhu yang berbeda dan akan dilakukan analisis yaitu angka lempeng total, total kapang dan khamir, kadar vitamin C dan pengamatan visual

produk. Semua analisis tersebut sudah mewakili parameter lainnya dalam melihat penurunan mutu permen *jelly* belimbing wuluh selama penyimpanan.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk menduga umur simpan permen *jelly* belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*, L).

### 1.4 Batasan Penelitian

Pembatasan suatu masalah digunakan untuk menghindari adanya penyimpangan maupun pelebaran dari pokok masalah agar penelitian lebih terarah dan memudahkan dalam pembahasan sehingga tujuan penelitian ini akan tercapai. Beberapa batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1.4.1 Proses pembuatan permen *jelly* belimbing wuluh dengan formula terbaik yang telah didapat pada penelitian (Hakim, 2022).
- 1.4.2 Penentuan waktu terbaik yang digunakan untuk menyimpan permen *jelly* belimbing wuluh dan menduga umur simpan permen *jelly* belimbing wuluh dengan menggunakan metode Arrhenius.
- 1.4.3 Pengujian secara kimiawi dan fisik untuk melihat ada atau tidaknya perubahan kandungan gizi pada permen *jelly* belimbing wuluh berupa analisis mikrobiologi, kadar vitamin C dan pengamatan visual produk.

### 1.5 Kerangka Pemikiran

#### 1.5.1 Pembuatan Permen *Jelly* Belimbing Wuluh

Penelitian yang telah dilakukan oleh (Hakim, 2022) bertujuan untuk mendapatkan formula yang tepat dengan penambahan sirup glukosa dalam pembuatan permen *jelly* berbahan dasar belimbing wuluh yang disukai oleh panelis. Hasil yang didapatkan dalam menciptakan produk olahan belimbing wuluh yang inovatif dan banyak diminati oleh masyarakat luas adalah produk yang penambahan sukrosa dan sirup glukosa dengan perbandingan  $a_1 = 200 \text{ g} : 0 \text{ g}$  (8 : 0) atau perlakuan tanpa penambahan sirup glukosa dengan proses pengeringan permen *jelly* yang dilakukan sebanyak 2 tahap pengeringan.

Pembuatan permen *jelly* belimbing wuluh diawali dengan menimbang belimbing wuluh, kemudian disortasi dan dicuci. Kemudian direndam dalam larutan air garam.

Selanjutnya, belimbing wuluh dipotong dan *blanching* dengan air panas. Setelah itu dihaluskan menggunakan blender dengan tambahan air, kemudian disaring hingga mendapatkan sari belimbing wuluh. Selanjutnya dimasak dengan ditambahkan bubuk *jelly* dan bubuk agar. Pemasakan dilakukan, hingga larutan mencapai kekentalan yang diinginkan. Selanjutnya larutan dimasukkan ke dalam cetakan, didinginkan sampai mencapai suhu ruang, kemudian dipotong menjadi beberapa bagian. Potongan permen tersebut lalu dimasukkan ke dalam pengering. Permen *jelly* belimbing wuluh yang telah jadi kemudian dikemas dalam kemasan aluminium foil dan di *sealer*. Dan disimpan dalam tiga variabel suhu penyimpanan yaitu 15°C, 25°C, dan 35°C selama 28 hari, dianalisis permen *jelly* belimbing wuluh dengan selang waktu penyimpanan 7 hari.

### **1.5.2 Pengujian Mikrobiologi, Kimiawi Dan Fisik Permen *Jelly* Belimbing Wuluh**

Penelitian yang akan dilakukan dengan menguji permen *jelly* belimbing wuluh dengan formula terbaik dengan 15 sampel pengujian yang terdiri atas pengujian mikrobiologi, uji kadar vitamin C dan pengamatan visual produk.

Hasil yang didapatkan pada pengujian (Hakim, 2022). Kandungan air dalam bahan sebesar 9,78%, kandungan abu dalam bahan sebesar 10%. Kandungan gula reduksi dalam bahan sebesar 13,93%, kandungan sukrosa dalam bahan sebesar 53,67%, kandungan vitamin C dalam bahan sebesar 6,33%. Hasil yang didapatkan dari nilai kesukaan terhadap rasa sebesar 4,2 yang artinya suka; nilai kesukaan terhadap warna 4,0 yang artinya suka; nilai kesukaan terhadap kekenyalan 3,4 yang artinya biasa, dan nilai kesukaan terhadap penampakan 3,9 yang artinya biasa – suka. Secara keseluruhan panelis menyukai permen *jelly* belimbing wuluh dengan formulasi perbandingan sukrosa dan sirup glukosa sebesar 200 g : 0 g.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*, L)

Belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* Linn.) adalah tanaman buah dari Indonesia yang banyak tumbuh di pekarangan rumah dan termasuk dalam jenis tumbuhan yang mudah dibudidayakan. Belimbing wuluh merupakan tanaman berupa pohon kecil dengan batang yang tidak begitu besar dan sedikit bercabang. Tanaman ini mudah sekali tumbuh dan berkembang biak melalui cangkok atau persemaian biji. Tanaman ini dapat tumbuh hingga mencapai tinggi 5 sampai 10 meter dengan batang utama yang pendek, letak cabang rendah, bergelombang dan diameter batang sekitar 30 cm. Belimbing wuluh atau belimbing sayur dapat hidup pada ketinggian 5 sampai 500 meter di atas permukaan laut, yang kadang tumbuh liar atau ditanam sebagai pohon buah. Belimbing wuluh berdasarkan dari famili *oxalidaceae*, *Averrhoa*.



**Gambar 2.1.** Buah Belimbing Wuluh  
(Sumber : ners.unair.ac.id, 2022)

Klasifikasi ilmiah tanaman belimbing wuluh adalah (Sa'adah, 2010)

Kingdom : *Plantae* (tumbuhan)  
Subkingdom : *Tracheobionta* (berpembuluh)  
Super Divisio : *Spermatophyta* (menghasilkan biji)  
Divisio : *Magnoliophyta* (berbunga)  
Kelas : *Magnoliopsida* (berkeping dua/dikotil)  
Sub-kelas : *Rosidae*  
Ordo : *Geraniales*  
Famili : *Oxalidaceae* (suku belimbing-belimbingan)  
Genus : *Averrhoa*  
Spesies : *Averrhoa Bilimbi*, L.

Wibowo (2019), menyatakan bahwa pohon belimbing wuluh merupakan pohon yang produktif, dapat berbunga sepanjang tahun dan berbuah sebanyak 2 sampai 3 kali dalam satu bulan. Kebutuhan buah belimbing wuluh untuk produksi sirup belimbing wuluh per hari yaitu sebanyak 264 kg buah untuk dua kali produksi. Dalam satu tahun produksi sirup belimbing wuluh memerlukan pohon belimbing wuluh sebanyak 280 pohon. Wilayah yang berpotensi sebagai pemasok buah belimbing wuluh saat ini, sekitar 87,5% atau 7 dari 8 wilayah di Provinsi Banten berada di wilayah Kabupaten Tangerang. Jumlah pohon belimbing wuluh di Kabupaten Tangerang sebanyak 87 pohon dan di Kota Tangerang sebanyak 49 pohon, dengan rata-rata berat panen pohon belimbing wuluh berkisar antara 15 kg sampai 25 kg dalam satu kali panen.

Terdapat dua jenis belimbing wuluh yaitu belimbing manis (*Averrhoa carambola*) dan belimbing asam (*Averrhoa bilimbi, L*) yang sering disebut belimbing wuluh. Bagian tanaman belimbing wuluh yang digunakan yaitu daun, bunga dan buah. Ketiga bagian tanaman ini memiliki kandungan zat gizi dan manfaat yang berbeda bagi kesehatan.

**Tabel 2.1.** Kandungan Zat Gizi Belimbing Wuluh per 100 g

No	Komponen	Satuan	Jumlah
1	Energi	kcal	23
2	Protein	g	0,7
3	Lemak	g	0,2
4	Karbohidrat	g	4,5
5	Serat Kasar	g	1,5
6	Abu	g	0,3
7	Kalsium	mg	8,0
8	Fosfor	mg	11,0
9	Besi	mg	0,4
10	Beta-karoten	µg	100
11	Vitamin A	µg	17
12	Thiamin	mg	0,01
13	Riboflavin	mg	0,03
14	Niacin	mg	0,3
15	Vitamin C	mg	18
16	Air	g	94,3

(Sumber : Parikesit, 2011)

## 2.2 Permen *Jelly*

Permen *jelly* adalah permen bertekstur lunak yang diproses dengan penambahan komponen hidrokoloid seperti agar, karagenan, gum, pektin, pati, gelatin dan lain-lain yang digunakan untuk memodifikasi tekstur sehingga menghasilkan produk dengan tekstur kenyal dan tidak lengket di mulut sewaktu digigit. Permen *jelly* yang ideal mempunyai sifat transparan, tekstur yang kenyal dan mudah dipotong, tetapi cukup kaku untuk mempertahankan bentuknya, tidak lengket dan tidak berlendir, mempunyai permukaan yang lembut dan halus serta tidak pecah.



**Gambar 2.2.** Permen *Jelly*  
(Sumber: Dokumentasi pribadi, 2022)

Permen *jelly* termasuk dalam makanan semi basah yang dibuat dari sari buah dan bahan pembentuk gel. Permen *jelly* banyak memiliki variasi rasa, diantaranya permen *jelly* dengan rasa buah-buahan seperti permen *jelly* nanas, permen *jelly* strawberry, permen *jelly* anggur, permen *jelly* mangga dan lain-lainnya. Berdasarkan pengamatan di pasaran, permen *jelly* yang ada pada umumnya belum menggunakan bahan alami sebagai pewarna dan rasa. Buah-buahan dan sayur-sayuran dapat digunakan sebagai bahan tambahan pangan alami pada permen *jelly*.

Konsentrasi gula adonan permen merupakan faktor yang menentukan konsistensi produk permen. Karakteristik campuran/adonan permen *jelly* tergantung dari rasio padatan/cairan, semakin besar fase padatan, semakin kering adonan serta keras dan kaku. Syarat mutu permen *jelly* berdasarkan SNI 3547.2-2008 dapat dilihat pada **Tabel 2.2.**

Tabel 2.2. Syarat Mutu Permen *Jelly* Menurut SNI 3547.02-2008

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan Mutu	
			Bukan <i>Jelly</i>	<i>Jelly</i>
1	Keadaan :			
	Bau	-	Normal	Normal
	Rasa	-	Normal (Sesuai Label)	Normal (Sesuai Label)
2	Kadar Air	% fraksi massa	Maks. 7,5	Maks. 20,0
3	Kadar Abu	% fraksi massa	Maks. 2,0	Maks 3,0
4	Gula Reduksi (Dihitung sebagai gula Inversi)	% fraksi massa	Maks. 20,0	Maks. 25,0
5	Sukrosa	% fraksi massa	Maks. 35,0	Min. 27,0
6	Cemaran Logam :			
	Timbal (Pb)	Mg/Kg	Maks. 2,0	Maks. 2,0
	Tembaga (Cu)	Mg/Kg	Maks. 2,0	Maks. 2,0
	Timah (Sn)	Mg/Kg	Maks. 40,0	Maks. 30,0
	Raksa (Hg)	Mg/Kg	Maks. 0,03	Maks. 0,03
7	Cemaran Arsen (As)	Mg/Kg	Maks. 1,0	Maks. 1,0
8	Cemaran Mikrobi :			
	Angka Lempeng Total	Koloni/g	Maks. $5 \times 10^2$	Maks. $5 \times 10^4$
	Bakteri <i>coliform</i>	APM/g	Maks. 20	Maks. 20
	<i>E. coli</i>	APM/g	> 3	> 3
	<i>Staphylococcus aureus</i>	Koloni/g	Maks. $1 \times 10^2$	Maks. $1 \times 10^2$
	<i>Salmonella</i>	Koloni/g	Negatif/25 g	Negatif/25 g
	Kapang dan Khamir	Koloni/g	-	Maks. $1 \times 10^2$

(Sumber : SNI 3547.02-2008)

### 2.3 Bahan Baku Pembuatan Permen *Jelly* Belimbing Wuluh

Pembuatan permen *jelly* belimbing wuluh menggunakan beberapa macam bahan baku, diantaranya:

#### a. Sari Buah Belimbing Wuluh

Sari buah merupakan hasil pengepresan atau ekstraksi buah yang sudah disaring, baik melalui penyaringan maupun tidak dan tidak mengalami fermentasi serta dimaksudkan untuk minuman segar yang langsung dapat diminum. Pembuatan sari buah terutama ditujukan untuk meningkatkan ketahanan simpan serta daya guna buah-buahan. Sebagian besar sari buah dikehendaki berpenampakan keruh, misalnya sari buah jeruk, tomat, mangga dan sebagian lagi diinginkan dalam keadaan jernih, misalnya sari buah



anggur dan apel. Pembuatan sari buah dari tiap-tiap jenis buah meskipun ada sedikit perbedaan tetapi prinsipnya sama.

Sari buah merupakan produk minuman yang dapat langsung diminum untuk memenuhi kebutuhan vitamin, serat dan lainnya. Produk ini juga memiliki umur simpan yang lama dibandingkan dengan buah. Sari buah dibuat dengan cara menghancurkan daging buah dan kemudian ditekan agar diperoleh sarinya. Sari buah adalah cairan jernih atau agak jernih, tidak difermentasi, diperoleh dari hasil pengepresan buah-buahan yang telah matang dan masih segar. Pembuatan sari buah bertujuan untuk meningkatkan daya simpan serta nilai tambah dari buah-buahan. Pada umumnya produk sari buah memiliki kenampakan yang keruh akibat menggunakan ekstraksi dengan teknik menghancurkan daging buah bercampur air lalu disaring menggunakan penyaringan (Yulita, 2013).

b. Gula Pasir

Gula pasir adalah suatu karbohidrat sederhana karena dapat larut dalam air dan langsung diserap tubuh untuk diubah menjadi energi. Gula pasir adalah salah satu pemanis yang umum dikonsumsi masyarakat. Gula pasir biasa digunakan sebagai pemanis di makanan maupun minuman, dalam bidang makanan, selain sebagai pemanis, gula juga digunakan sebagai stabilizer dan pengawet.

Gula pasir merupakan suatu karbohidrat sederhana yang umumnya dihasilkan dari tebu. Namun ada juga bahan dasar pembuatan gula yang lain, seperti air bunga kelapa, aren, palem, kelapa atau lontar. Gula sendiri mengandung sukrosa yang termasuk senyawa dari disakarida. Komposisi kimia gula pasir dapat dilihat pada **Tabel 2.3**.

**Tabel 2.3.** Komposisi Kimia Gula Pasir per 100 g

Komponen	Satuan	Total
Kalori	kal	364
Protein	g	0
Lemak	g	0
Karbohidrat	g	94
Kalsium	mg	5
Fosfor	mg	1
Besi	mg	0,1
Vitamin A	-	-
Vitamin B1	-	-
Vitamin C	-	-
Air	g	5,4

(Sumber : Darwin, 2013)

c. Bubuk Agar (*Swallow Plain*)

Bubuk Agar (*Swallow Plain*) adalah produk utama yang dihasilkan dari rumput laut terutama dari kelas rumput laut merah (*Rhodophyceae*), seperti *Gracilaria* dan *Gelidium*. Faktor penentu permen *Jelly* yang baik yaitu nilai gizi, aroma dan tekstur yang kenyal. Salah satu penentu tekstur yang kenyal dalam pembuatan permen adalah penambahan agar-agar. Agar-agar terbuat dari rumput laut yang mempunyai sifat hidrokoloid yang tidak larut pada air dingin namun larut pada air panas (Wulandari, 2015).

d. Bubuk *Jelly* (*Nutrijel Plain*)

Bubuk *jelly* (*Nutrijel Plain*) adalah serbuk pembuat *jelly* yang terbuat dari karagenan dan konyaku. Jika dipanaskan dan didinginkan akan menjadi *jelly*. Bubuk *jelly* (*Jelly Powder*) merupakan bahan pangan berbentuk tepung yang terdiri dari bahan-bahan hidrokoloid yang dapat membentuk gel (*gelling agent*).

## e. Garam

Garam adalah benda padat berwarna putih berbentuk kristal yang merupakan kumpulan senyawa kimia dengan komponen utama Natrium Klorida (NaCl) sama saja dengan garam dapur. Sumber garam yang didapat di alam berasal dari air laut, proses pembuatan dengan cara menguapkan air laut dengan menggunakan sinar matahari atau dengan sumber panas lainnya.

## 2.4 Kemasan

Kemasan adalah suatu benda yang digunakan sebagai wadah atau tempat yang dikemas dan dapat memberikan perlindungan sesuai dengan tujuannya. Kemasan dapat ditinjau berdasarkan bahan dasar, konstruksi, bentuk, dan fungsinya. Berdasarkan bahannya, kemasan yang semula dari bahan tradisional, sekarang telah berkembang dengan menggunakan bahan modern seperti metal baja, aluminium, kaca, kertas, dan plastik. Berdasarkan konstruksinya, kemasan dapat berupa lapis tunggal, lapis ganda, dan lapis majemuk. Berdasarkan bentuknya, kemasan dapat berbentuk kaleng, tube, sachet, botol, gelas, mangkok, kotak, karton, karung, dan drum (Soekarto dan Nur, 2004). Beberapa persyaratan kemasan makanan yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut: (1) permeabilitas terhadap udara; (2) tidak dapat menyebabkan penyimpangan warna produk; (3) tidak bereaksi, sehingga tidak merusak bahan maupun cita rasanya, tidak mudah teroksidasi atau bocor; (4) tahan panas; (5) mudah dikerjakan; (6) harganya murah.

Permen *jelly* merupakan bahan pangan semi basah, yang perlu diperhatikan dari segi kemasan yang digunakan untuk menyimpan produk tersebut. Permen *jelly* merupakan produk yang memiliki sifat higroskopis, sehingga mudah menyerap air dari lingkungan ke dalam produk begitu sebaliknya. Selama penyimpanan kandungan air dalam bahan pangan dapat berubah akibat ketidakseimbangan kadar air pada bahan dengan kelembaban lingkungan, baik melalui proses penyerapan ataupun pelepasan kadar air suatu bahan.



**Gambar 2.3.** Aluminium Foil  
(Sumber : <https://www.indiamart.com>, 2022)

Alumunium foil adalah kemasan logam yang lebih ringan daripada baja dan memiliki daya korosif terhadap atmosfer yang sangat rendah, mudah di tekuk-tekukan sehingga dapat dibentuk sesuai dengan keinginan, tidak berbau, tidak berasa, dan tidak beracun. Alumunium foil juga adalah salah satu jenis kemasan yang kedap terhadap udara, uap air, dan kedap cahaya sehingga dapat mencegah peningkatan  $a_w$  dan oksidasi. Alumunium foil memiliki sifat tahan terhadap panas, permeabilitas yang rendah terhadap uap air dan tidak korosif. Kemasan ini juga memiliki pori-pori yang kecil sehingga dapat menghambat kemampuan uap air untuk menembus masuk ke dalam kemasan.

Berdasarkan penelitian Atmini, 2010. Kemasan alumunium foil menekan penurunan kualitas permen *jelly* pepaya dan umur simpan terbaik yaitu 156 hari pada suhu penyimpanan 5°C, 133 hari pada suhu penyimpanan 15°C, 116 hari pada suhu penyimpanan suhu 25°C, dan 101 hari pada suhu penyimpanan suhu 35°C.

## 2.5 Pendugaan Umur Simpan

Umur simpan adalah selang waktu sejak barang diproduksi hingga produk tersebut tidak layak diterima atau telah kehilangan sifat khususnya. Umur simpan dapat didefinisikan juga sebagai waktu yang dibutuhkan oleh suatu produk pangan menjadi tidak layak dikonsumsi jika ditinjau dari segi kemasan, nutrisi, sifat fisik dan organoleptik, setelah disimpan dalam kondisi yang direkomendasikan (Arpah dan Syarief, 2000). Menurut Labuza dan Schmidl (1985), faktor-faktor yang mempengaruhi umur simpan meliputi : (1) jenis dan karakteristik produk pangan. Produk yang mengalami pengolahan akan lebih tahan lama dibanding produk segar. Produk yang mengandung lemak berpotensi mengalami *rancidity*, sedangkan produk yang mengandung protein dan gula berpotensi mengalami reaksi *maillard* (warna coklat); (2) jenis dan karakteristik bahan kemasan. Permeabilitas bahan kemas terhadap kondisi lingkungan (uap air, cahaya, aroma, oksigen); (3) kondisi lingkungan. Intensitas sinar (UV) menyebabkan terjadinya ketengikan dan degradasi warna. Oksigen menyebabkan terjadinya reaksi oksidasi.

Proses perkiraan umur simpan sangat tergantung pada tersedianya data mengenai: (1) mekanisme penurunan mutu produk yang dikemas; (2) unsur-unsur yang terdapat di dalam produk yang langsung mempengaruhi laju penurunan mutu produk; (3) mutu produk dalam kemasan; (4) bentuk dan ukuran kemasan yang diinginkan; (5) mutu

produk pada saat dikemas; (6) mutu minuman dari produk yang masih dapat diterima; (7) variasi iklim selama distribusi dan penyimpanan; (8) resiko perlakuan mekanis selama distribusi dan penyimpanan yang mempengaruhi kebutuhan kemasan; (9) sifat *barrier* pada bahan kemasan untuk mencegah pengaruh unsur-unsur luar yang dapat menyebabkan terjadinya penurunan mutu produk (Hine, 1987).

Penentuan umur simpan produk pangan dapat dilakukan dengan dua metode yaitu:

### 1. Metode Arrhenius

Metode Arrhenius merupakan suatu metode pendugaan umur simpan dengan menggunakan metode simulasi. Prinsip metode Arrhenius adalah menyimpan produk pangan pada suhu ekstrim yang menyebabkan produk akan lebih cepat rusak, kemudian umur simpan produk ditentukan berdasarkan ekstrapolasi ke suhu penyimpanan. Pendugaan umur simpan metode Arrhenius umumnya digunakan untuk menduga umur simpan produk pangan yang sensitif terhadap perubahan suhu dan mudah mengalami ketengikan, perubahan warna oleh reaksi pencoklatan, atau kerusakan vitamin C.

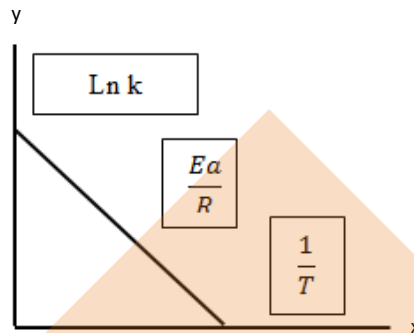
Kinetika perubahan mutu pangan umumnya dilakukan penyederhanaan reaksi-reaksi kompleks menjadi reaksi sederhana dengan orde reaksi ke nol atau ke satu. Model perubahan mutu pangan dan orde reaksi perubahannya dapat dianalisis dengan integrasi dan dilanjutkan dengan analisis model atau fungsi dugaannya, ketepatan model atau fungsi dugaan dapat dilihat dari koefisien determinasi ( $R^2$ ). Laju penurunan mutu produk ditentukan dalam persamaan (1):

$$k = k_0 \cdot e^{-E_a/RT} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

- k = Konstanta penurunan mutu.
- $k_0$  = Konstanta (tidak tergantung pada suhu).
- $E_a$  = Energi aktivasi (kal/mol).
- T = Suhu mutlak (K).
- R = Konstanta gas (1,986 kal/mol K)

Interpretasi  $E_a$  (energi aktivasi) memberikan gambaran mengenai besarnya pengaruh temperatur terhadap reaksi. Nilai  $E_a$  diperoleh dari slope grafik garis lurus hubungan  $\ln k$  dengan  $(1/T)$ , maka  $E_a$  yang besar memiliki arti bahwa nilai  $\ln k$  berubah cukup besar dengan hanya perubahan beberapa derajat dari temperatur. Adapun grafik antara nilai  $\ln k$  dengan  $(1/T)$  dalam persamaan Arrhenius yang disajikan pada **Gambar 2.4.** sebagai berikut :



**Gambar 2.4.** Grafik antara nilai  $\ln k$  dengan  $(1/T)$  dalam Persamaan Arrhenius

## 2. Metode Kadar Air Kritis

Metode kadar air kritis adalah salah satu metode ASLT pendugaan umur simpan produk pangan yang sensitif terhadap penyerapan uap air. Produk pangan bertekstur renyah memiliki sifat sensitif terhadap penyerapan uap air dengan kerenyahan sebagai parameter mutunya. (Kwak *et al*, 2015). Menurut Sakac, 2016. Kadar air dan nilai  $a_w$  rendah menyebabkan tekstur produk pangan renyah dengan umur simpan yang panjang. Metode kadar air kritis akan menstimulasi kerusakan akibat penyerapan uap air oleh produk dengan mengetahui polanya dan dihitung menggunakan persamaan Labuza yang diketahui nilai kadar air awal, kadar air kritis, konstanta permeabilitas uap air, luas permukaan kemasan, bobot padatan per kemasan, tekanan uap jenuh, dan parameter kurva isotermi sorpsi air (ISA) yang terdiri dari *slope*  $b$  dan kadar air kesetimbangan. (Labuza, 1982). Pendugaan umur simpan ditentukan dalam persamaan (2):

$$t = \frac{\ln \left[ \frac{m_e - m_i}{m_e - m_c} \right]}{\frac{k A P_o}{x W_s b}} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

- t = Umur simpan produk (hari).  
 M<sub>e</sub> = Kadar air kesetimbangan produk.  
 M<sub>i</sub> = Kadar air awal produk.  
 M<sub>c</sub> = Kadar air kritis produk.  
 k/x = Nilai permeabilitas uap air.  
 A = Luas kemasan.  
 W<sub>s</sub> = Berat kering produk.  
 P<sub>o</sub> = Tekanan uap air jenuh.  
 b = Slope kurva sorpsi isotermis produk.



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilakukan pada Bulan Maret 2022 sampai November 2022. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biokimia dan Fermentasi, Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Institut Teknologi Indonesia, Tangerang Selatan.

#### **3.2 Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan dalam pembuatan permen *jelly* adalah baskom, pisau, kain saring, blender, timbangan, gelas ukur, sendok, panci kecil, kompor gas, loyang. Alat yang digunakan untuk analisis uji pada pendugaan umur simpan antara lain cawan petri, inkubator, pipet ukur, timbangan analitik, gelas kimia (*beaker*), gelas ukur, batang pengaduk kaca, kaca arloji, labu ukur, buret, statif dan klem, spatula, corong, pipet ukur, pipet tetes, labu Erlenmeyer, cawan, oven, desikator dan aluminium foil.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah belimbing wuluh yang diperoleh dari pekarangan rumah di daerah Cisauk. Tangerang. Gula pasir (Gunung Madu), bubuk agar (*Swallow Plain*) dan bubuk *jelly* (*Nutrijel Plain*) diperoleh dari supermarket di daerah Cisauk. Tangerang. Garam yang diperoleh dari salah satu toko terkemuka di daerah Cisauk dan Air. Kemudian bahan yang digunakan untuk analisis uji pada pendugaan umur simpan antara lain media *Plate Count Agar* (PCA), media *Potato Dextrose Agar* (PDA), NaCl, aquades steril, larutan amilum dan larutan Iod 0,01 N.

#### **3.3 Prosedur Penelitian**

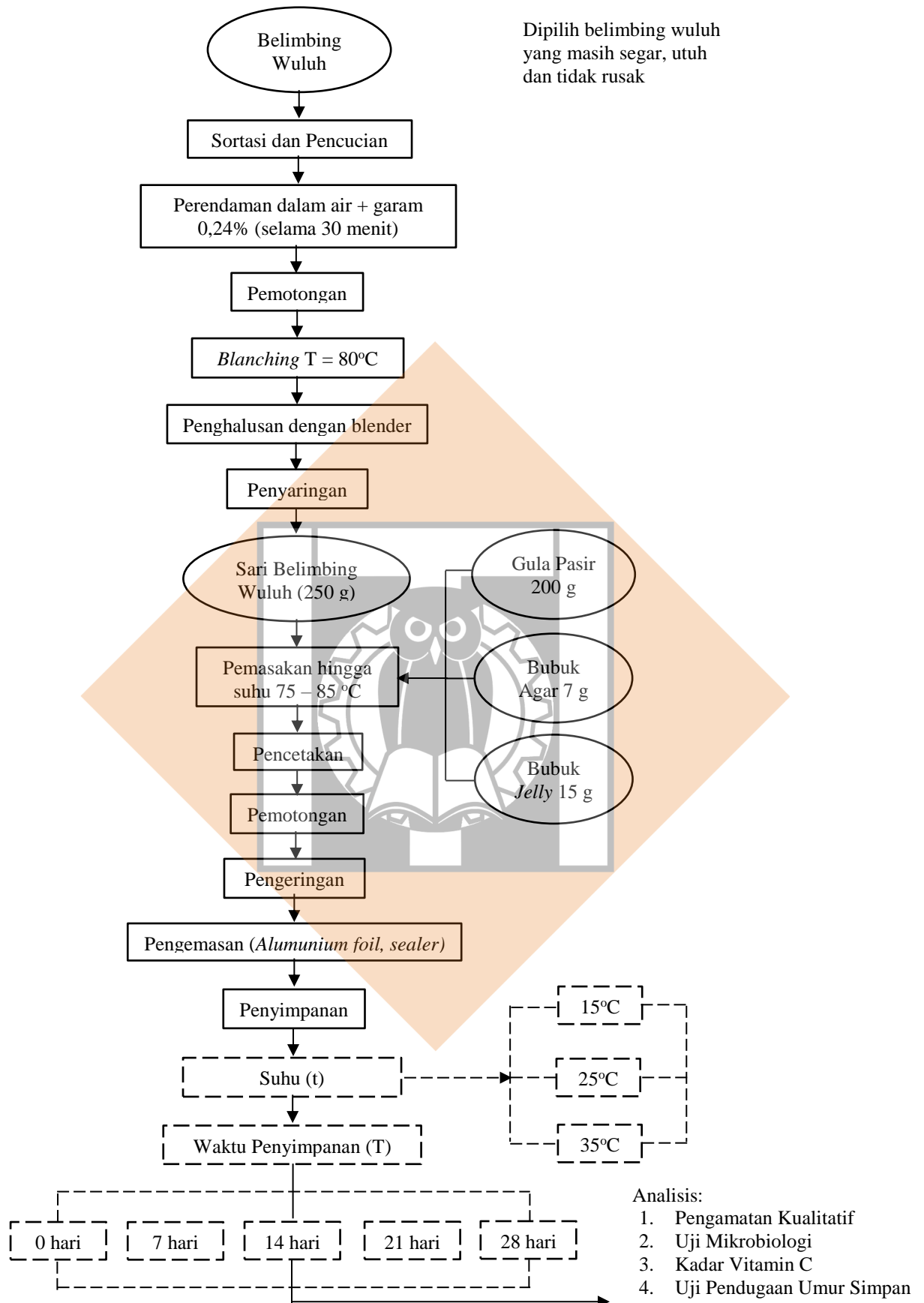
Penelitian dilakukan dalam satu tahap yang terbagi atas preparasi produk dengan menjelaskan proses pembuatan permen *jelly* belimbing wuluh dan pengujian produk dengan menjelaskan pengujian pendugaan umur simpan permen *jelly* belimbing wuluh.

##### **3.3.1 Preparasi Produk**

Preparasi produk dilakukan dengan membuat permen *jelly* belimbing wuluh. Tahapan proses dan formula bahannya mengikuti penelitian sebelumnya dengan memperhatikan jenis kemasan terbaik untuk digunakan dalam permen *jelly* belimbing wuluh.



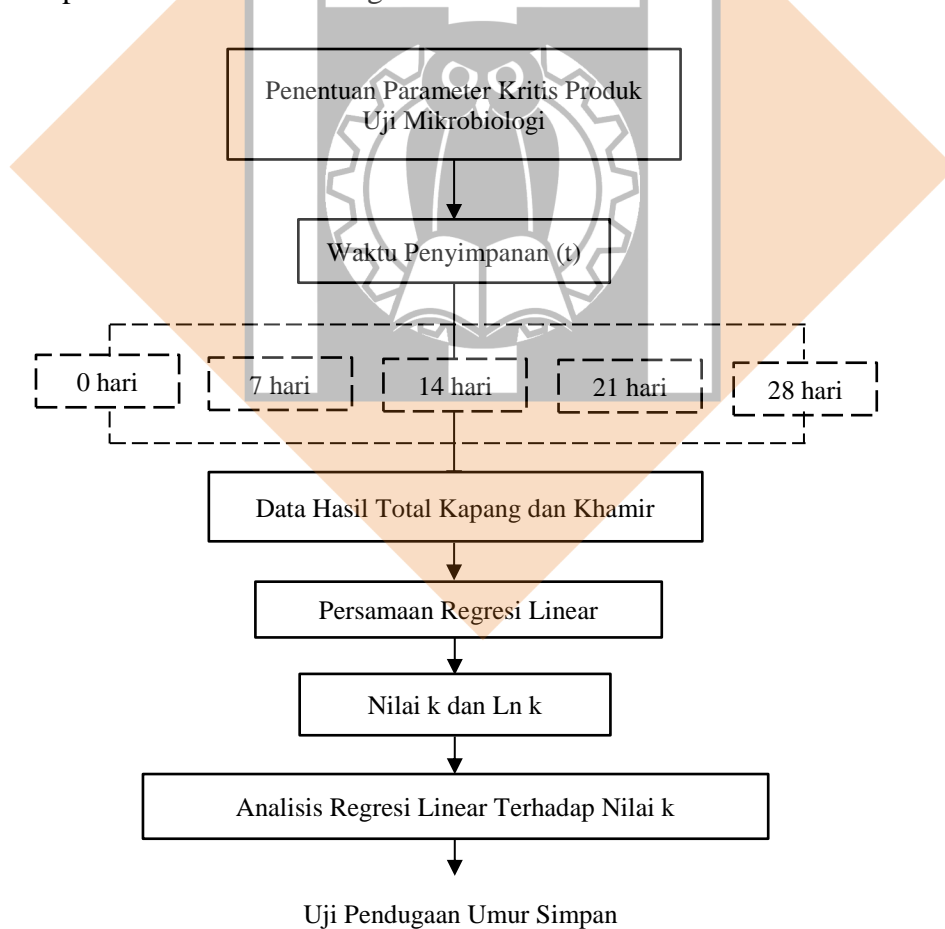
Pembuatan permen *jelly* belimbing wuluh diawali dengan menimbang belimbing wuluh seberat 300 g, kemudian disortasi dan dicuci. Buah belimbing wuluh yang sudah dicuci kemudian direndam dalam larutan air garam 0,24% selama 30 menit. Selanjutnya, belimbing wuluh dipotong menjadi 4 bagian, kemudian, *blanching* dengan cara buah belimbing wuluh ditaruh dalam saringan dan disiram dengan air panas 80°C. Setelah itu buah belimbing dihaluskan menggunakan blender dengan tambahan air 1/3 bagian dari berat belimbing wuluh. Hasil penggilingan, kemudian disaring hingga mendapatkan sari belimbing wuluh 250 g. Sari belimbing wuluh, selanjutnya dimasak dengan ditambahkan bubuk *jelly* = 15 g, bubuk agar = 7 g dan sukrosa : sirup glukosa (200 g : 0 g). Pemasakan dilakukan, hingga larutan mencapai kekentalan yang diinginkan atau mencapai suhu 75°C – 80°C. Selanjutnya larutan dimasukan ke dalam cetakan, didinginkan sampai mencapai suhu ruang, kemudian dipotong menjadi beberapa bagian. Potongan permen tersebut lalu dimasukan ke dalam pengering. Proses mengeringkan dilakukan dalam dua tahap, yaitu pertama pada suhu 55°C selama 8 jam dan dilanjutkan dengan pengeringan kedua pada suhu 65°C selama 12 jam. Permen *jelly* belimbing wuluh yang telah jadi kemudian dikemas dalam kemasan alumunium foil dan di sealer. Disimpan dalam tiga variabel suhu penyimpanan yaitu 15°C, 25°C, dan 35°C selama 28 hari, analisis permen *jelly* belimbing wuluh dilakukan setiap 7 hari selama waktu penyimpanan berlangsung. Adapun diagram alir proses pembuatan permen *jelly* belimbing wuluh yang disajikan pada **Gambar 3.1**. Sebagai berikut:



**Gambar 3.1.** Diagram Alir Proses Produksi Permen *Jelly* Belimbing Wuluh

### 3.3.2 Pengujian Produk

Pengujian produk dilakukan uji pendugaan umur simpan permen *jelly* belimbing wuluh yang telah diperoleh data analisis berupa analisis total kapang dan khamir sebagai parameter kritis untuk melakukan perhitungan pendugaan umur simpan permen *jelly* belimbing wuluh dengan menggunakan metode Arrhenius. Pemilihan parameter kritis produk ditentukan oleh parameter mutu yang paling berpengaruh menyebabkan kerusakan produk. Suhu penyimpanan yang diterapkan pada uji pendugaan umur simpan produk permen *jelly* belimbing wuluh terdiri atas 15°C, 25°C, dan 35°C dengan waktu penyimpanan selama 0 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari. Nilai total kapang dan khamir pada produk setiap 7 hari sekali selama 28 hari penyimpanan. Berdasarkan persamaan regresi linier yang diperoleh, dapat diketahui nilai  $E_a$  dan  $\ln k_0$  dari persamaan Arrhenius, sehingga laju penurunan mutu (nilai  $k$ ) produk selama penyimpanan dapat diketahui. Adapun diagram alir proses pendugaan umur simpan permen *jelly* belimbing wuluh disajikan pada **Gambar 3.2.** sebagai berikut:



**Gambar 3.2.** Diagram Alir Pendugaan Umur Simpan Permen *Jelly* Belimbing Wuluh

### 3.4 Rancangan Percobaan

Model rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 2 (dua) faktor. Faktor A adalah suhu penyimpanan yang terdiri dari 3 (tiga) taraf yaitu,  $a_1 = 15^\circ\text{C}$ ,  $a_2 = 25^\circ\text{C}$  dan  $a_3 = 35^\circ\text{C}$ . Faktor B adalah waktu penyimpanan yang terdiri dari 5 (lima) taraf yaitu,  $b_1 = 0$  hari,  $b_2 = 7$  hari,  $b_3 = 14$ ,  $b_4 = 21$  hari dan  $b_5 = 28$  hari. Analisis yang dilakukan meliputi analisis visual mengenai warna, aroma dan tekstur produk, kadar vitamin C, angka lempeng total, serta total kapang dan khamir. Dilakukan hanya 2 kali pengulangan yang seharusnya 3 kali pengulangan adalah untuk meminimalisir biaya, waktu dan dianggap sudah mewakili sampel. Model linear untuk rancangan dapat digambarkan dalam persamaan (3):

$$Y_{ijk} = \mu + K_{ijk} + \alpha_{ijk} + \beta_{ijk} + (\alpha\beta)_{ijk} + E_{ijk} \quad \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

$Y_{ijk}$	= Nilai pengamatan A dan B pada taraf ke-i dan j, ulangan ke-k
$\mu$	= Nilai tengah umum
$K_{ijk}$	= Pengaruh kelompok taraf perlakuan ke-i dan j, ulangan ke-k
$\alpha_{ijk}$	= Pengaruh perlakuan A pada taraf ke-i, ulangan ke-k
$\beta_{ijk}$	= Perlakuan pengaruh B pada taraf ke-j, ulangan ke-k
$(\alpha\beta)_{ijk}$	= Pengaruh perlakuan A pada taraf ke-i dan pengaruh perlakuan B pada taraf ke-j, ulangan ke-k
$E_{ijk}$	= Pengaruh galat percobaan dari perlakuan ke-i dan j pada ulangan ke-k

Hasil pengamatan angka lempeng total, kapang dan khamir, dan analisis vitamin C kemudian dianalisis secara statistik dengan menggunakan Analysis of Variance (ANOVA). Uji lanjut yang digunakan adalah Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) apabila koefisien keragaman berada di range 5% - 10%, Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) apabila koefisien keragaman dibawah 5% ( $< 5\%$ ), dan Uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) apabila koefisien keragaman diatas 10% ( $> 10\%$ ).

### 3.5 Analisa

Penelitian ini selanjutnya dilakukan analisis untuk mengetahui mutu dan umur simpan permen *jelly* belimbing wuluh yang meliputi pengamatan visual produk, uji mikrobiologi, uji kadar vitamin C, uji kadar air dan uji pendugaan umur simpan produk permen *jelly* belimbing wuluh.

### 3.5.1 Pengamatan Visual Produk

Pengamatan visual produk adalah perlakuan mengamati perubahan fisik berupa warna, tekstur dan aroma yang terjadi pada produk pangan. Pengamatan visual produk permen *jelly* belimbing wuluh dilakukan selama 28 hari dengan mengamati warna, tekstur, dan aroma produk tersebut.

### 3.5.2 Uji Mikrobiologi

#### a. Analisis Angka Lempeng Total (ALT)

Perhitungan angka lempeng total dilakukan dengan menggunakan media PCA (*Plate Count Agar*). Untuk menumbuhkan mikroba dilakukan pembuatan media terlebih dahulu sebelum dilakukan pembiakan. Sebanyak 1 ml sampel dimasukkan ke dalam cawan petri. Media yang telah dibuat didiamkan terlebih dahulu hingga mencapai suhu 45 – 50°C. Setelah itu sebanyak 12 ml media dimasukkan ke dalam cawan petri. Sampel yang telah tercampur dengan media digoyangkan dengan hati-hati membentuk angka delapan. Kemudian media didiamkan hingga memadat selanjutnya diinkubasi pada suhu 35°C dengan cara membalikkan cawan petri dengan posisi media di atas. Jumlah koloni dihitung setelah 48 jam secara manual. Hasil akhir dinyatakan dalam koloni per g.

Perhitungan :

Menurut Fardiaz (1989), perhitungan jumlah koloni harus sesuai standar yang disebut “*Standard Plate Count*” (SPC), yaitu sebagai berikut:

1. Cawan yang dipilih dan dihitung adalah yang mengandung jumlah koloni antara 30 dan 300.
2. Beberapa koloni yang bergabung menjadi satu adalah suatu kumpulan koloni yang besar dimana jumlah koloninya diragukan, dapat dihitung sebagai satu koloni.
3. Suatu deretan (rantai) koloni yang terlihat sebagai suatu garis tebal dihitung sebagai satu koloni.

Rumus Perhitungan Jumlah Koloni:

Faktor Pengenceran = Pengenceran x Volume yang ditumbuhkan

Jumlah koloni per ml = Jumlah koloni per cawan x 1/Faktor pengenceran

#### b. Analisis Kapang dan Khamir

Sampel ditimbang 25 g dan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer yang telah berisi 225 ml NaCl steril sehingga diperoleh pengenceran 1:10 atau  $10^{-1}$ . Selanjutnya campuran

dikocok beberapa kali hingga homogen. Kemudian 1 ml sampel diambil dari pengenceran awal ke dalam tabung reaksi yang berisi 9 ml NaCl steril sehingga diperoleh pengenceran 1:1000 atau  $10^{-3}$ . Sampel kemudian dipipet masing-masing 1 ml dari semua pengenceran yang dibuat ke dalam cawan petri steril secara duplo. Media PDA (*Potato Dextrose Agar*) yang masih cair dengan suhu sekitar  $45^{\circ}\text{C}$  dituangkan 12 ml ke dalam masing-masing cawan petri. Cawan petri kemudian digoyangkan dengan hati-hati membentuk angka delapan, sehingga sampel menyebar dan didiamkan hingga memadat. Semua cawan petri dimasukkan dengan posisi terbalik ke dalam inkubator yang bersuhu  $37^{\circ}\text{C}$  selama 2 – 3 hari. Setelah 2 – 3 hari koloni yang tumbuh pada cawan petri dihitung secara manual. Hasil akhir dinyatakan dalam koloni per g. cara perhitungan sama seperti pada perhitungan angka lempeng total.

### 3.5.3 Analisis Vitamin C (*Jacobs*)

Vitamin C merupakan vitamin yang larut dalam air dan sering digunakan sebagai suplemen. Fungsi vitamin C bisa meningkatkan daya tahan tubuh terhadap penyakit dan sebagai antioksidan yang menetralkan radikal bebas didalam darah maupun cairan. Analisis vitamin C dapat dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya vitamin C dalam sampel sedangkan analisis kuantitatif dilakukan untuk mengetahui kadar vitamin C dalam sampel. Analisis vitamin C pada penelitian ini dilakukan dengan analisis kuantitatif yaitu metode titrasi Iodium, diawali dengan dengan menimbang sampel sebanyak 10 g dimasukkan ke dalam labu takar 100 mL dan ditambahkan aquades hingga tanda batas. Sampel disentrifuge sehingga diperoleh filtrat kemudian diambil sebanyak 20 mL filtrat, dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan 2 ml larutan amilum 1% dan tambahkan 20 ml aquades. Kemudian dititrasi dengan larutan Iod 0,01 N sampai terbentuk warna biru.

1 ml 0,01 N Iod = 0,88 mg asam askorbat

### 3.5.4 Analisis Kadar Air

Analisis kadar air adalah pengujian yang dilakukan untuk menentukan kualitas dan ketahanan suatu produk terhadap kerusakan yang mungkin terjadi. Pengujian kadar air pada penelitian ini dilakukan dengan metode thermogravimetri, diawali dengan memanaskan cawan di dalam oven pada suhu  $\pm 100^{\circ}\text{C}$  selama  $\pm 1$  jam. Kemudian cawan

didinginkan di dalam desikator selama 10 – 15 menit lalu ditimbang, dicatat berat cawan kosong ( $W_0$ ). Selanjutnya sampel ditimbang di dalam cawan yang telah dikeringkan sebanyak 1 – 2 g ( $W_1$ ), lalu dimasukkan ke dalam oven pada suhu  $\pm 100^\circ\text{C}$  selama 3 jam (terhitung dari setelah suhu oven mencapai  $100^\circ\text{C}$ ). Kemudian cawan tersebut didinginkan di dalam desikator selama 10 – 15 menit lalu ditimbang, dicatat berat cawan berisi sampel yang telah dikeringkan ( $W_2$ ). Dilakukan pengulangan pemanasan kembali selama 1 jam hingga berat konstan (selisih 0,02 g). Pengujian dilakukan secara triplo, setelah didapat data analisis kemudian dihitung kadar air dengan menggunakan persamaan (4):

$$\text{Kadar Air} = \frac{(W_1 - W_2)}{(W_1 - W_0)} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

$W_0$  = Berat cawan kosong (g).

$W_1$  = Berat cawan berisi sampel sebelum dikeringkan (g).

$W_2$  = Berat cawan berisi sampel setelah dikeringkan (g)

### 3.5.5 Uji Pendugaan Umur Simpan

Uji pendugaan umur simpan produk pangan dilakukan melalui beberapa tahap, antara lain:

- a. Parameter kritis produk yang akan diuji ditentukan terlebih dahulu (nilai A). Pemilihan parameter kritis produk ditentukan oleh parameter mutu yang paling berpengaruh menyebabkan kerusakan produk.
- b. Parameter yang digunakan dalam penentuan umur simpan harus memiliki titik kritis ( $A_0$ ), dimana pada titik ini produk tidak lagi memenuhi standar mutu yang telah ditentukan. Penentuan titik kritis dapat dilakukan melalui penelitian atau berdasarkan sumber pustaka yaitu SNI 3547.02-2008.
- c. Data hasil analisis yang diperoleh dari parameter kritis penurunan produk kemudian ditabulasi berdasarkan suhu penyimpanan yang diterapkan dan waktu penyimpanan. Suhu yang diterapkan terdiri atas  $15^\circ\text{C}$ ,  $25^\circ\text{C}$ , dan  $35^\circ\text{C}$ .
- d. Analisis regresi linier dibuat terhadap perubahan mutu masing-masing variabel uji. Berdasarkan persamaan regresi linier yang dibuat terhadap setiap perubahan mutu

(parameter kritis) produk, didapatkan nilai  $k$  dan  $\ln k$  di setiap variabel uji (suhu penyimpanan dan waktu penyimpanan).

- e. Analisis regresi berdasarkan persamaan Arrhenius yang dibuat terhadap nilai  $\ln k$  dari kebalikan setiap suhu mutlak ( $1/T$ ) dalam persamaan Arrhenius (5) sebagai berikut:

$$\ln k = \ln k_0 - \frac{E_a}{R} \cdot \frac{1}{T} \quad \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan:

- $K$  = Konstanta penurunan mutu.  
 $k_0$  = Konstanta (tidak tergantung pada suhu).  
 $E_a$  = Energi aktivasi (kal/mol).  
 $T$  = Suhu Mutlak (K).  
 $R$  = Konstanta gas (1,986 kal/mol K)

Berdasarkan persamaan berikut, dapat diketahui nilai  $E_a$  dan  $\ln k_0$  sehingga laju penurunan mutu (nilai  $k$ ) produk selama penyimpanan dapat diketahui.

- f. Pendugaan umur simpan berdasarkan persamaan ordo nol dapat dihitung menggunakan persamaan (6):

$$t = \frac{A_0 - A_t}{k} \quad \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan:

- $K$  = Laju penurunan mutu.  
 $A_0$  = Titik kritis kadar air berdasarkan SNI 3547.02-2008.  
 $A_t$  = Titik kritis kadar air sebelum disimpan.  
 $T$  = Umur simpan produk.



**BAB IV**  
**HASIL DAN ANALISIS HASIL**

**4.1 Pengamatan Visual Produk**

Hasil pengamatan visual produk permen *jelly* belimbing wuluh dapat dilihat pada **Tabel 4.1.**

**Tabel 4.1.** Hasil Pengamatan Visual Produk Permen *Jelly* Belimbing Wuluh

Sampel		Warna	Aroma	Tekstur	Ket.
Waktu Penyimpanan (hari)	Suhu Penyimpanan (°C)				
0	15	Kuning (+)	Belimbing Wuluh	Kenyal (+)	-
	25	Kuning (+)	Belimbing Wuluh	Kenyal (+)	-
	35	Kuning (+)	Belimbing Wuluh	Kenyal (+)	-
7	15	Kuning (+)	Belimbing Wuluh	Kenyal (+)	-
	25	Kuning (++)	Belimbing Wuluh	Kenyal (+)	-
	35	Kuning (+++)	Belimbing Wuluh	Kenyal (+)	-
14	15	Kuning (+)	Belimbing Wuluh	Kenyal (+)	-
	25	Kuning (++)	Belimbing Wuluh	Kenyal (+)	-
	35	Kuning (+++)	Belimbing Wuluh	Kenyal (+)	-
21	15	Kuning (+)	Belimbing Wuluh	Kenyal (++)	-
	25	Kuning (++)	Belimbing Wuluh	Kenyal (++)	-
	35	Kuning (+++)	Belimbing Wuluh	Kenyal (+)	-
28	15	Kuning (+)	Belimbing Wuluh	Kenyal (++)	-
	25	Kuning (++)	Belimbing Wuluh	Kenyal (++)	-
	35	Kuning (+++)	Belimbing Wuluh	Kenyal (+)	-

Keterangan :

(+)	: Kuning	(+)	: Kenyal
(++)	: Kuning Tua	(++)	: Sedikit Kenyal
(+++)	: Kuning Pekat	(+++)	: Tidak Kenyal

#### 4.2 Analisis Angka Lempeng Total (ALT)

Rekapitulasi data hasil analisis angka lempeng total permen *jelly* belimbing wuluh dapat dilihat pada **Lampiran 1**. Hasil sidik ragam angka lempeng total permen *jelly* belimbing wuluh dapat dilihat pada **Tabel 4.2**. Berdasarkan tabel tersebut terlihat bahwa perlakuan waktu dan suhu penyimpanan sangat berpengaruh sangat nyata terhadap nilai angka lempeng total permen *jelly* belimbing wuluh. Interaksi antara kedua perlakuan tersebut juga saling berpengaruh nyata terhadap nilai angka lempeng total permen *jelly* belimbing wuluh. Selanjutnya untuk mengetahui pengaruh kedua perlakuan tersebut dilakukan uji lanjut yaitu uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT).

**Tabel 4.2.** Hasil Sidik Ragam Nilai Angka Lempeng Total

Sumber Keragaman	Derajat bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	14	57,12	4,08			
Suhu Penyimpanan (A)	2	28,94	14,47	336,51 **	3,74	6,51
Waktu Penyimpanan (B)	4	19,49	4,87	133,26 **	3,11	5,04
Interaksi (A x B)	8	8,69	1,086	25,26 **	2,70	4,14
Ulangan	1	0,006	0,006	0,14		
Galat	14	0,604	0,043			
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>57,73</b>				

Keterangan : \*\*Berbeda Sangat Nyata

Hasil uji BNT pengaruh suhu penyimpanan terhadap nilai angka lempeng total permen *jelly* belimbing wuluh dapat dilihat pada **Tabel 4.3**. Berdasarkan hasil yang diperoleh dari uji lanjut yang dilakukan dapat dilihat bahwa rata-rata nilai angka lempeng total permen *jelly* belimbing wuluh yang disimpan pada suhu 15°C lebih rendah

dibandingkan dengan rata-rata nilai angka lempeng total permen *jelly* belimbing wuluh pada suhu 25°C dan 35°C.

**Tabel 4.3.** Hasil Uji BNT Pengaruh Suhu Penyimpanan terhadap Nilai Angka Lempeng Total pada Permen *Jelly* Belimbing Wuluh

Suhu Penyimpanan (°C)	Rata-rata Nilai Angka Lempeng Total (log CFU/g)	Taraf	
		5%	1%
15	4,27	a	a
35	8,20	b	b
25	8,65	b	b

Keterangan : huruf yang sama pada kolom taraf nyata menunjukkan bahwa angka di kolom rata-rata nilai angka lempeng total tidak berbeda nyata

Hasil uji BNT pengaruh waktu penyimpanan terhadap nilai angka lempeng total permen *jelly* belimbing wuluh dapat dilihat pada **Tabel 4.4.** Berdasarkan hasil yang diperoleh dari uji lanjut yang dilakukan dapat dilihat bahwa permen *jelly* belimbing wuluh sebelum dilakukan penyimpanan (0 hari) memiliki rata-rata nilai angka lempeng total yang lebih rendah dibandingkan dengan permen *jelly* belimbing wuluh yang disimpan selama 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari.

**Tabel 4.4.** Hasil Uji BNT Pengaruh Waktu Penyimpanan terhadap Nilai Angka Lempeng Total pada Permen *Jelly* Belimbing Wuluh

Waktu Penyimpanan (hari)	Rata-rata Nilai Angka Lempeng Total (log CFU/g)	Taraf	
		5%	1%
0	4,33	a	a
7	6,08	ab	ab
14	7,85	bc	b
21	8,42	c	b
28	8,52	c	b

Keterangan : huruf yang sama pada kolom taraf nyata menunjukkan bahwa angka di kolom rata-rata nilai angka lempeng total tidak berbeda nyata

Hasil uji BNT pengaruh interaksi suhu dan waktu penyimpanan terhadap nilai angka lempeng total permen *jelly* belimbing wuluh dapat dilihat pada **Tabel 4.5.** Berdasarkan hasil yang diperoleh dari uji lanjut yang dilakukan dapat dilihat bahwa pada

produk yang belum dilakukan penyimpanan (0 hari) memiliki rata-rata nilai angka lempeng total yang lebih rendah dan berbeda signifikan (taraf nyata 5%) dibandingkan dengan produk yang disimpan selama 14 hari pada suhu 15°C.

**Tabel 4.5.** Hasil Uji BNT Pengaruh Interaksi Suhu dan Waktu Penyimpanan terhadap Nilai Angka Lempeng Total pada Permen *Jelly* Belimbing Wuluh

Waktu Penyimpanan (hari)	Suhu Penyimpanan (°C)	Rata-rata Nilai Angka Lempeng Total (log CFU/g)	Taraf	
			5%	1%
0	15	0,00	a	a
7	15	2,08	b	a
0	25	5,30	c	b
14	15	5,47	c	b
7	35	6,70	cd	bc
21	15	6,78	cde	bc
28	15	7,04	cde	bc
0	35	7,69	def	bc
14	35	8,75	def	c
28	35	8,90	ef	c
21	35	8,95	ef	c
14	25	9,32	f	c
7	25	9,48	f	c
21	25	9,53	f	c
28	25	9,62	f	c

Keterangan : huruf yang sama pada kolom taraf nyata menunjukkan bahwa angka di kolom rata-rata nilai angka lempeng total tidak berbeda nyata

### 4.3 Analisis Kapang dan Khamir

Rekapitulasi data hasil analisis total kapang dan khamir permen *jelly* belimbing wuluh dapat dilihat pada **Lampiran 2**. Hasil sidik ragam nilai total kapang dan khamir permen *jelly* belimbing wuluh dapat dilihat pada **Tabel 4.6**. Berdasarkan tabel tersebut terlihat bahwa perlakuan waktu dan suhu penyimpanan sangat berpengaruh sangat nyata terhadap nilai total kapang dan khamir permen *jelly* belimbing wuluh. Interaksi antara kedua perlakuan tersebut juga saling berpengaruh nyata terhadap nilai total kapang dan khamir permen *jelly* belimbing wuluh. Selanjutnya untuk mengetahui pengaruh kedua perlakuan tersebut dilakukan uji lanjut yaitu uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNJ).

**Tabel 4.6.** Hasil Sidik Ragam Nilai Total Kapang dan Khamir Permen *Jelly* Belimbing Wuluh

Sumber Keragaman	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	14	33,94	2,42	864,28		
Suhu Penyimpanan (A)	2	10,44	5,22	1864,28**	3,74	6,51
Waktu Penyimpanan (B)	4	22,27	5,57	1989,28**	3,11	5,04
Interaksi (A x B)	8	1,23	0,15	53,57**	2,70	4,14
Ulangan	1	0,0107	0,0107	3,82		
Galat	14	0,0393	0,0028			
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>33,99</b>				

Keterangan : \*\* Berbeda Sangat Nyata

Hasil uji BNJ pengaruh suhu penyimpanan terhadap angka total kapang dan khamir permen *jelly* belimbing wuluh dapat dilihat pada **Tabel 4.7**. Berdasarkan hasil yang diperoleh dari uji lanjut yang dilakukan dapat dilihat bahwa rata-rata angka total kapang dan khamir permen *jelly* belimbing wuluh yang disimpan pada suhu 15°C lebih rendah dibandingkan dengan rata-rata angka total kapang dan khamir permen *jelly* belimbing wuluh pada suhu 25°C dan 35°C.

**Tabel 4.7.** Hasil Uji BNJ Pengaruh Suhu Penyimpanan terhadap Angka Total Kapang dan Khamir pada Permen *Jelly* Belimbing Wuluh

Suhu Penyimpanan (°C)	Rata-rata Nilai Total Kapang dan Khamir (log CFU/g)	Taraf	
		5%	1%
15	1,93	a	a
35	3,76	b	b
25	4,78	c	c

Keterangan : huruf yang sama pada kolom taraf nyata menunjukkan bahwa angka di kolom rata-rata nilai total kapang dan khamir tidak berbeda nyata

Hasil uji BNJ pengaruh waktu penyimpanan terhadap angka total kapang dan khamir permen *jelly* belimbing wuluh dapat dilihat pada **Tabel 4.8**. Berdasarkan hasil yang diperoleh dari uji lanjut yang dilakukan dapat dilihat bahwa permen *jelly* belimbing wuluh sebelum dilakukan penyimpanan (0 hari) memiliki rata-rata angka total kapang

dan khamir yang lebih rendah dibandingkan dengan permen *jelly* belimbing wuluh yang disimpan selama 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari.

**Tabel 4.8.** Hasil Uji BNJ Pengaruh Waktu Penyimpanan terhadap Nilai Total Kapang dan Khamir pada Permen *Jelly* Belimbing Wuluh

Waktu Penyimpanan (hari)	Rata-rata Nilai Total Kapang dan Khamir (log CFU/g)	Taraf	
		5%	1%
0	0,67	a	a
7	2,49	b	b
14	4,07	c	c
21	4,73	d	d
28	5,48	e	e

Keterangan : huruf yang sama pada kolom taraf nyata menunjukkan bahwa angka di kolom rata-rata nilai total kapang dan khamir tidak berbeda nyata

Hasil uji BNT pengaruh interaksi suhu dan waktu penyimpanan terhadap nilai total kapang dan khamir permen *jelly* belimbing wuluh dapat dilihat pada **Tabel 4.9**. Berdasarkan hasil yang diperoleh dari uji lanjut yang dilakukan dapat dilihat bahwa pada produk yang belum dilakukan penyimpanan (0 hari) memiliki rata-rata nilai total kapang dan khamir yang lebih rendah dan berbeda signifikan (taraf nyata 5%) dibandingkan dengan produk yang disimpan selama 14 hari pada suhu 15°C.

**Tabel 4.9.** Hasil Uji BNT Pengaruh Interaksi Suhu dan Waktu Penyimpanan terhadap Nilai Total Kapang dan Khamir pada Permen *Jelly* Belimbing Wuluh

Waktu Penyimpanan (hari)	Suhu Penyimpanan (°C)	Rata-rata Nilai Total Kapang dan Khamir (log CFU/g)	Taraf	
			5%	1%
0	15	0,00	a	a
7	15	0,00	a	a
0	35	0,30	b	b
0	25	0,70	c	c
14	15	1,17	d	d
21	15	1,61	e	e
7	35	1,69	ef	ef
28	15	1,86	fg	efg
7	25	1,87	fg	fg
14	35	1,96	g	g
21	35	2,49	h	h
28	35	2,94	i	i
14	25	2,97	i	i
21	25	3,00	i	i
28	25	3,41	j	j

Keterangan : huruf yang sama pada kolom taraf nyata menunjukkan bahwa angka di kolom rata-rata nilai total kapang dan khamir tidak berbeda nyata

#### 4.4 Analisis Kadar Vitamin C

Rekapitulasi data hasil analisis kadar vitamin C permen *jelly* belimbing wuluh dapat dilihat pada **Lampiran 3**. Hasil sidik ragam nilai kadar vitamin C permen *jelly* belimbing wuluh dapat dilihat pada **Tabel 4.10**. Berdasarkan tabel tersebut terlihat bahwa perlakuan suhu dan waktu penyimpanan sangat berpengaruh terhadap nilai kadar vitamin C permen *jelly* belimbing wuluh. Selanjutnya untuk mengetahui pengaruh perlakuan tersebut dilakukan uji lanjut yaitu uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ).

**Tabel 4.10.** Hasil Sidik Ragam Nilai Kadar Vitamin C Permen *Jelly* Belimbing Wuluh

Sumber Keragaman	Derajat Bebas (dB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	14	22,3553	1,5968	10,0702		
Suhu Penyimpanan (A)	2	5,7822	2,8911	18,2326**	3,7389	6,5149
Waktu Penyimpanan (B)	4	15,1266	3,7817	23,8488**	3,1122	5,0354
Interaksi (A x B)	8	1,4455	0,1807	1,1395	2,6987	4,1399
Ulangan	1	0,1033	0,1033	0,6512		
Galat	14	2,2199	0,1586			
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>24,6775</b>				

Keterangan : \*\* Berbeda Sangat Nyata

Hasil uji BNJ pengaruh suhu penyimpanan terhadap nilai kadar vitamin C permen *jelly* belimbing wuluh dapat dilihat pada **Tabel 4.11**. Berdasarkan hasil yang diperoleh dari uji lanjut yang dilakukan dapat dilihat bahwa rata-rata nilai kadar vitamin C permen *jelly* belimbing wuluh yang disimpan pada suhu 15°C lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata nilai kadar vitamin C yang disimpan pada suhu 25°C dan 35°C.

**Tabel 4.11.** Hasil Uji BNJ Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Nilai Kadar Vitamin C Permen *Jelly* Belimbing Wuluh

Suhu Penyimpanan (°C)	Rata-rata Nilai Kadar Vitamin C (mg/g)	Taraf	
		5%	1%
35	17,95	a	a
25	18,66	b	b
15	20,06	c	c

Keterangan : huruf yang sama pada kolom taraf nyata menunjukkan bahwa angka di kolom rata-rata nilai kadar vitamin C tidak berbeda nyata

Hasil uji BNJ pengaruh waktu penyimpanan terhadap nilai kadar vitamin C permen *jelly* belimbing wuluh dapat dilihat pada **Tabel 4.12**. Berdasarkan hasil yang diperoleh dari uji lanjut yang dilakukan dapat dilihat bahwa permen *jelly* belimbing wuluh sebelum dilakukan penyimpanan (0 hari) memiliki rata-rata nilai kadar vitamin C yang lebih tinggi dibandingkan dengan permen *jelly* belimbing wuluh yang disimpan selama 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari.



**Tabel 4.12.** Hasil Uji BNJ Pengaruh Waktu Penyimpanan Terhadap Nilai Kadar Vitamin C Permen *Jelly* Belimbing Wuluh

Waktu Penyimpanan (hari)	Rata-rata Nilai Kadar Vitamin C (mg/g)	Taraf	
		5%	1%
28	17,01	a	a
21	17,89	b	b
14	18,77	c	c
7	19,65	d	d
0	21,12	e	e

Keterangan : huruf yang sama pada kolom taraf nyata menunjukkan bahwa angka di kolom rata-rata nilai kadar vitamin C tidak berbeda nyata

#### 4.5 Analisis Kadar Air

Analisis kadar air dilakukan hanya pada waktu 0 hari dan dilakukan secara triplo . Hasil analisis kadar air permen *jelly* belimbing wuluh dapat dilihat pada **Lampiran. 4**. Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat bahwa kadar air permen *jelly* belimbing wuluh masih dibawah ambang batas SNI. Menurut SNI 3547.02-2008 menyebutkan kandungan air maksimal yang terkandung dalam permen *jelly* belimbing wuluh ialah 20%.

#### 4.6 Uji Pendugaan Umur Simpan

Uji pendugaan umur simpan permen *jelly* belimbing wuluh telah dilakukan melalui tahap sebagai berikut:

1. Parameter kritis pada pendugaan umur simpan permen *jelly* belimbing wuluh adalah parameter total kapang dan khamir;
2. Penentuan titik kritis dilakukan berdasarkan sumber pustaka yaitu SNI 3547.02-2008. Nilai maksimal total kapang dan khamir untuk permen *jelly* pada SNI 3547.02-2008 adalah maksimum  $1 \times 10^2$  koloni/g atau 1 log 100 koloni/g (nilai  $A_0$ );
3. Data hasil analisis total kapang dan khamir ditabulasi berdasarkan perlakuan penelitian dan suhu penyimpanan yang diterapkan dapat dilihat pada **Lampiran 2**. Pada penelitian ini hanya diterapkan tiga interval suhu penyimpanan, yaitu 15°C, 25°C dan 35°C;
4. Pendugaan Umur Simpan Permen *Jelly* Belimbing Wuluh dengan Metode *Accelerated Shelf-Life Testing* (ASLT) dapat dilihat pada **Lampiran 5**. Hasil analisis regresi linier terhadap perubahan nilai total kapang dan khamir produk

selama penyimpanan dan suhu penyimpanan dapat dilihat pada **Tabel 4.15**. Berdasarkan persamaan regresi linier perubahan nilai total kapang dan khamir produk selama penyimpanan, didapatkan nilai  $k$  dan  $\ln k$  setiap suhu penyimpanan dan hasilnya dapat dilihat pada **Tabel 4.13**.

**Tabel 4.13.** Nilai  $k$  dan  $\ln k$  Perubahan Nilai Total Kapang dan Khamir Permen *Jelly* Belimbing Wuluh

Parameter	Suhu (°C)	Persamaan Regresi ( $y = a + bx$ )
Total Kapang dan Khamir	15	$y = -0,0717 + 0,0739x$
	25	$y = 1,0818 + 0,0934x$
	35	$y = 0,6620 + 0,0869x$

**Tabel 4.14.** Nilai  $k$  dan  $\ln k$  Perubahan Nilai Total Kapang dan Khamir Permen *Jelly* Belimbing Wuluh Selama Penyimpanan

T (°C)	T (K)	1/T	k (b)	ln k
15	288,15	0,0035	0,0739	-2,6050
25	298,15	0,0034	0,0934	-2,3710
35	308,15	0,0032	0,0869	-2,4433

Keterangan :  $k$  = konstanta penurunan mutu ; T = suhu penyimpanan

- Analisis regresi linier dibuat terhadap nilai  $\ln k$  dari kebalikan setiap suhu mutlak ( $1/T$ ) dalam persamaan Arrhenius. Berdasarkan **Tabel 4.15**, diperoleh persamaan regresi linier terhadap perubahan nilai total kapang dan khamir untuk setiap jenis suhu selama penyimpanan dan hasilnya dapat dilihat pada **Tabel 4.15**.

**Tabel 4.15.** Persamaan Regresi Linier pada Perubahan Nilai Total Kapang dan Khamir Berdasarkan Jenis Suhu Selama Penyimpanan

Parameter Kritis	Persamaan Regresi ( $y = a + bx$ )
Total Kapang dan Khamir	$y = -0,0136 + -732,7589x$

6. Hasil pendugaan umur simpan produk permen *jelly* belimbing wuluh dapat dilihat pada **Tabel 4.16**.

**Tabel 4.16.** Hasil Pendugaan Umur Simpan Permen *Jelly* Belimbing Wuluh

Suhu Penyimpanan (°C)	Umur Simpan (hari)
15	27,06
25	21,41
35	23,01



## BAB V

### PEMBAHASAN DAN PENDAPAT

#### 5.1 Pengamatan Visual

Berdasarkan **Tabel 4.1.** hasil pengamatan yang diperoleh menunjukkan bahwa suhu dan waktu penyimpanan yang semakin lama mempengaruhi visual produk permen *jelly* belimbing wuluh tersebut terutama pada tekstur produk yang semula kenyal ketika disimpan dalam jangka waktu panjang akan menurunkan kekenyalan produk, perubahan ini dimulai pada penyimpanan ke-21 hari untuk suhu penyimpanan 15°C dan 25°C. Selain terjadi perubahan tekstur, warna produk yang semula memiliki warna kuning berubah menjadi warna kuning tua setelah disimpan selama 7 hari pada suhu penyimpanan 25°C dan 35°C. Sedangkan pada aroma produk tidak terjadi perubahan selama penyimpanan.

Penurunan tekstur produk hanya muncul pada permen *jelly* belimbing wuluh selama penyimpanan 21 hari dengan suhu 15°C dan 25°C, dan terjadi hingga hari ke-28. Sedangkan untuk produk yang disimpan pada suhu 35°C teksturnya stabil hingga penyimpanan selama 28 hari. Adanya perubahan tekstur ini menunjukkan bahwa adanya korelasi antara nilai kadar air dengan tekstur permen *jelly* belimbing wuluh selama penyimpanan. Semakin tinggi kadar air pada permen *jelly* belimbing wuluh maka semakin lunak permen *jelly* tersebut. Dan sebaliknya semakin rendah kadar air pada permen *jelly* belimbing wuluh maka semakin keras tekstur permen *jelly* tersebut.

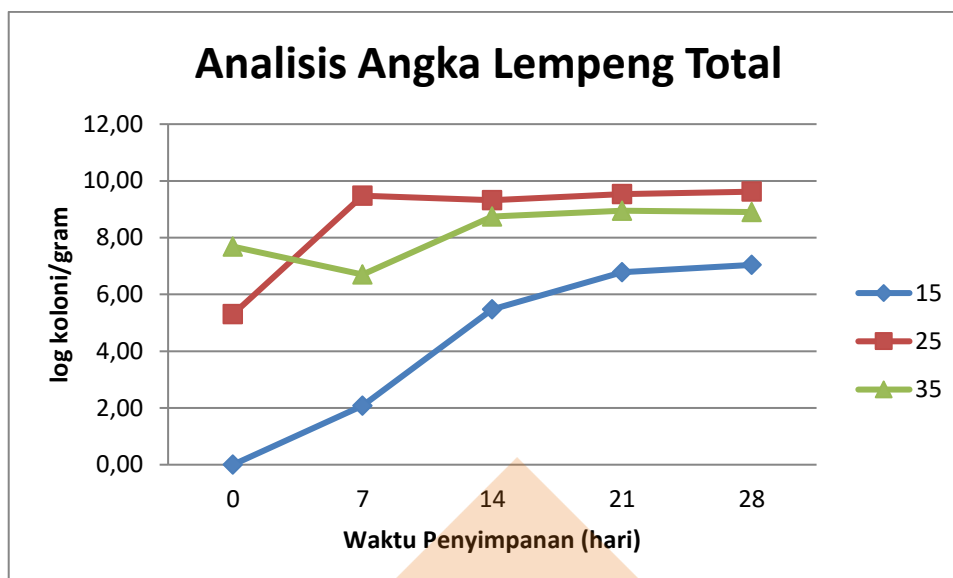
Warna produk yang disimpan pada suhu 15°C cenderung lebih mempertahankan warna nya hingga hari ke-28 yaitu warna kuning dibandingkan produk yang disimpan pada suhu 25°C dan 35°C. Produk yang disimpan pada suhu 25°C dan 35°C intensitas warnanya mulai menurun dari kuning menjadi kuning tua pada penyimpanan selama 7 hari. Suhu dan waktu penyimpanan berpengaruh terhadap warna permen *jelly* belimbing wuluh selama penyimpanan. Seiring lama penyimpanan dan tingginya suhu penyimpanan, intensitas warna produk perlahan menurun. Hal ini disebabkan oleh adanya penurunan kadar air pada produk. Penurunan kadar air akan membuat produk semakin berwarna kecoklatan, sehingga akan menurun tingkat kecerahannya. Selain penurunan kadar air pada produk, reaksi browning non-enzimatis dan pemanasan selama penyimpanan juga dapat mempengaruhi tingkat kecerahan produk. Reaksi ini muncul

akibat adanya reaksi antara gula pereduksi dengan asam-asam amino. Reaksi ini dapat menimbulkan warna yang lebih gelap pada produk, sehingga dapat menurunkan tingkat kecerahan produk.

## 5.2 Analisis Angka Lempeng Total (ALT)

Kandungan mikroba yang terkandung dalam suatu produk dapat menentukan keamanan produk pangan. Menurut SNI No. 3547.02-2008 batas maksimum angka lempeng total adalah  $5 \times 10^4$  koloni/g atau 4,70 log koloni/g. Kurva pengaruh suhu dan waktu penyimpanan terhadap nilai angka lempeng total pada permen *jelly* belimbing wuluh dapat dilihat pada **Gambar 5.1**. Berdasarkan gambar tersebut dapat dilihat bahwa nilai angka lempeng total pada permen *jelly* belimbing wuluh yang disimpan pada suhu 15°C memiliki nilai angka lempeng total yang lebih rendah dibandingkan dengan produk yang disimpan pada suhu 25°C dan 35°C selama penyimpanan 28 hari.

Hasil yang didapat pada penelitian ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Hanyani (2022) mengenai nilai angka lempeng total pada manisan basah kolang kaling dengan pewarna ekstrak bunga telang yang disimpan selama 28 hari, dimana selama penyimpanan terjadi kenaikan angka lempeng total pada produk yang disimpan dengan kondisi suhu penyimpanan yang berbeda. Menurut Hanifah (2016) Kandungan mikroba selain mempengaruhi mutu produk pangan juga menentukan keamanan mutu produk tersebut. Pertumbuhan mikroba permen *jelly* belimbing wuluh yang disimpan pada suhu 15°C merupakan pertumbuhan yang paling rendah, lain halnya dengan produk yang disimpan pada suhu 25°C dan 35°C. Hal tersebut disebabkan karena suhu rendah dapat menghambat pertumbuhan mikroba, sedangkan suhu 25°C dan 35°C merupakan suhu yang lebih optimal untuk pertumbuhannya terutama pada suhu 25°C. Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa pertumbuhan mikroba pada suhu 25°C dan 35°C mulai melambat dari hari ke-21 sampai hari ke-28. Adanya pertumbuhan yang lambat tersebut disebabkan karena nutrisi yang dibutuhkan oleh mikroba untuk berkembangbiak sudah mulai habis sehingga pertumbuhan mikrobanya pun tidak sebanyak sebelumnya.



**Gambar 5.1.** Kurva Pengaruh Suhu dan Waktu Penyimpanan Terhadap Nilai Angka Lempeng Total Permen *Jelly* Belimbing Wuluh

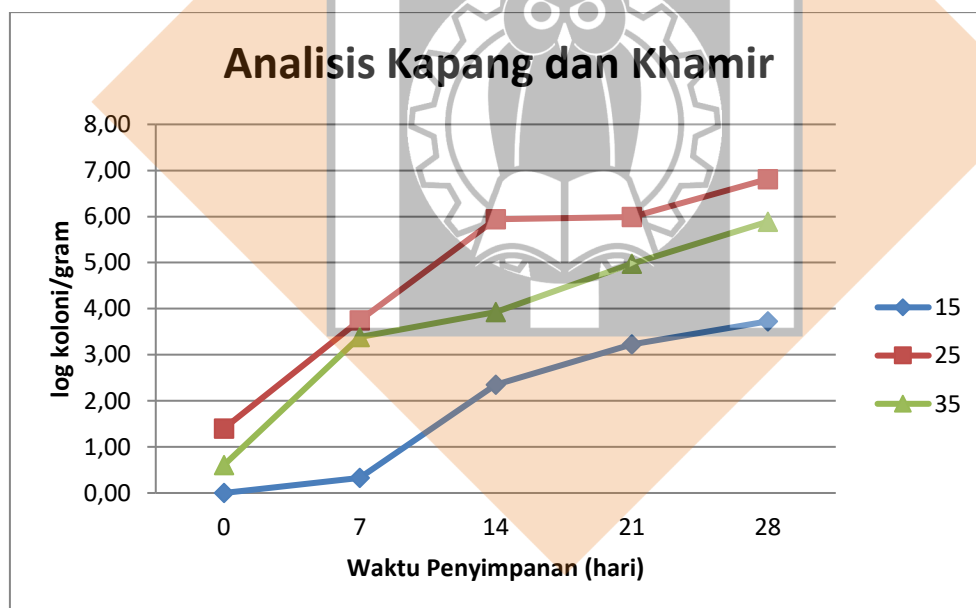
### 5.3 Analisis Total Kapang dan Khamir

Total kapang dan khamir adalah salah satu indikator penurunan mutu produk selama penyimpanan. Menurut SNI No. 3547.02-2008 batas maksimal total kapang khamir adalah  $1 \times 10^2$  CFU/g atau log 2 CFU/g. Kurva pengaruh suhu dan waktu penyimpanan terhadap nilai total kapang dan khamir permen *jelly* belimbing wuluh dapat dilihat pada **Gambar 5.2**. Berdasarkan gambar tersebut dapat dilihat bahwa nilai total kapang dan khamir permen *jelly* belimbing wuluh yang disimpan pada suhu 15°C memiliki nilai total kapang dan khamir yang lebih rendah dibandingkan dengan produk yang disimpan pada suhu 25°C dan 35°C selama penyimpanan 28 hari. Hasil yang didapat pada penelitian ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Karsydi (2022) mengenai peningkatan angka total kapang dan khamir pada minuman *jelly* berbasis tomat yang disimpan selama 35 hari, dimana terdapat kenaikan angka kapang dan khamir selama penyimpanan pada tiga kondisi suhu yang berbeda dengan peningkatan tertinggi yaitu produk yang disimpan pada suhu 25°C dan peningkatan terendah yaitu produk yang disimpan pada suhu 15°C. Angka total kapang khamir sebelum penyimpanan yaitu 0,00 log CFU/g kemudian terjadi peningkatan tertinggi hingga 2,94 log CFU/g.

Hasil angka total kapang dan khamir yang paling tinggi selama penyimpanan 28 hari terdapat pada produk dengan suhu penyimpanan 25°C, dimana suhu tersebut

merupakan suhu yang optimal untuk pertumbuhan kapang dan khamir. Total angka kapang dan khamir yang tinggi mengakibatkan menurunnya kualitas permen *jelly* belimbing wuluh. Hal ini menunjukkan bahwa menurunnya kualitas berkaitan dengan suhu dan periode penyimpanan dan munculnya kapang dan khamir dapat terjadi karena produk terbuat dari bahan-bahan yang cocok untuk pertumbuhan kapang dan khamir seperti adanya gula dan belimbing wuluh itu sendiri yang mengandung macam-macam asam, mineral, lemak, protein, dan lain-lain.

Pada semua perlakuan penyimpanan baik 15°C, 25°C, dan 35°C nilai angka total kapang dan khamir terus meningkat selama penyimpanan walaupun tidak terlalu signifikan setelah penyimpanan 7 hari. Peningkatan jumlah kapang selama penyimpanan dimungkinkan karena beberapa perlakuan yang dilakukan selama proses pembuatan permen *jelly* belimbing wuluh sehingga ada kemungkinan mikroba tersebut belum mati selama proses pembuatan produk, sehingga selama penyimpanan mikroba menjadi aktif kembali.



**Gambar 5.2.** Kurva Pengaruh Suhu dan Waktu Penyimpanan Terhadap Nilai Total Kapang dan Khamir Permen *Jelly* Belimbing Wuluh

#### 5.4 Analisis Vitamin C

Nilai vitamin C permen *Jelly* belimbing wuluh sebelum disimpan adalah sebesar 21,12 mg/g. Perubahan kandungan vitamin C permen *jelly* belimbing wuluh dengan suhu penyimpanan 15, 25, dan 35°C dapat dilihat pada **Gambar 5.3**. Berdasarkan grafik pada **Gambar 5.3**, dapat dilihat bahwa nilai vitamin C menurun pada semua suhu penyimpanan selama waktu penyimpanan. Nilai vitamin C permen *jelly* belimbing wuluh menurun secara eksponensial. Semakin tinggi suhu penyimpanan, maka tingkat penurunan vitamin C produk juga semakin besar. Data nilai vitamin C selama penyimpanan dapat dilihat pada **Lampiran 3**.

Menurut Winarno (1997), vitamin C adalah vitamin yang paling tidak stabil diantara semua jenis vitamin yang mudah mengalami kerusakan selama proses pengolahan dan penyimpanan. Vitamin C memiliki sifat sangat mudah larut dalam air, mudah teroksidasi, terutama jika dipercepat oleh panas, sinar, alkali, serta oleh katalis tembaga dan besi. Vitamin C dapat berbentuk sebagai asam L-askorbat dan asam L-dehidroaskorbat yang keduanya mempunyai keaktifan sebagai vitamin C. Asam askorbat sangat mudah teroksidasi secara reversibel menjadi asam L-dehidroaskorbat. Asam L-dehidroaskorbat secara kimia sangat labil dan dapat mengalami perubahan lebih lanjut menjadi asam L-diketoglutanat yang tidak memiliki keaktifan vitamin C lagi.

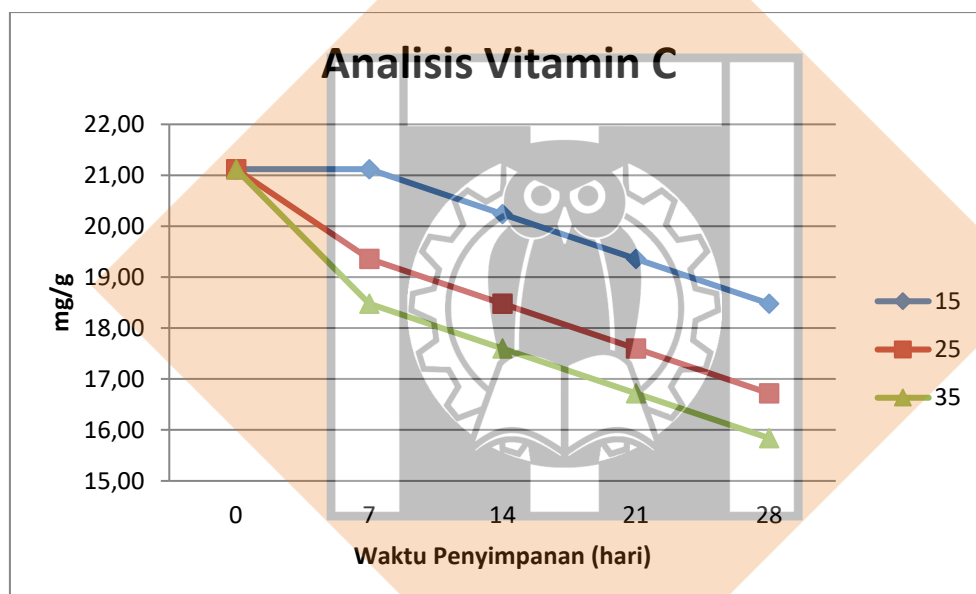
Laju penurunan vitamin C pada permen *jelly* belimbing wuluh semakin besar dengan semakin meningkatnya suhu penyimpanan. Semakin tinggi suhu mempercepat terjadinya reaksi oksidasi dari vitamin C. Vitamin C mudah mengalami oksidasi terutama suhu yang cukup tinggi dibanding suhu kamar (Winarno, 1997). Selain itu, menurut Buckle *et al.* (1987), sifat-sifat daya tembus kemasan dipengaruhi oleh suhu, ketebalan lapisan, orientasi dan komposisi, kondisi atmosfer, dan faktor lainnya. Jadi, semakin tinggi suhu penyimpanan akan meningkatkan daya tembus gas ke dalam kemasan yang menyebabkan kerusakan mutu lebih cepat. Penurunan nilai vitamin C juga dipengaruhi oleh peningkatan kadar air produk. Semakin tinggi kadar air pada produk, semakin banyak vitamin C yang larut dalam air.

Kondisi alami bahan pengemas dapat secara signifikan mempengaruhi stabilitas asam askorbat dalam bahan pangan Robertson (1993). Berdasarkan data hasil analisis diketahui bahwa permen *jelly* belimbing wuluh yang dikemas dengan alumunium foil dapat mempertahankan vitamin C dalam bahan. Hal ini dikarenakan kemasan alumunium



foil memiliki warna yang tidak transparan, sehingga tidak adanya sinar/cahaya yang dapat mudah ditransmisikan ke bahan yang berdampak pada rusaknya kandungan vitamin C bahan.

Kemasan aluminium foil yang memiliki laju transmisi udara lebih rendah dan akan menghantarkan panas yang lebih banyak. Adanya cahaya dan panas merupakan beberapa faktor yang menjadi penyebab rusaknya vitamin C. Rusaknya vitamin C selama masa penyimpanan juga disebabkan karena adanya oksigen baik dari dalam kemasan maupun dari lingkungan yang masuk ke dalam kemasan. Hal ini selain dapat menyebabkan perubahan warna juga dapat menurunkan kandungan vitamin C. Hal ini disebabkan oleh daya resisten yang tinggi dari aluminium foil terhadap panas sehingga mampu mempertahankan kandungan vitamin C lebih baik dari bahan kemasan lain.



**Gambar 5.3.** Kurva Pengaruh Suhu dan Waktu Penyimpanan Terhadap Nilai Vitamin C Permen *Jelly* Belimbing Wuluh

### 5.5 Analisis Kadar Air

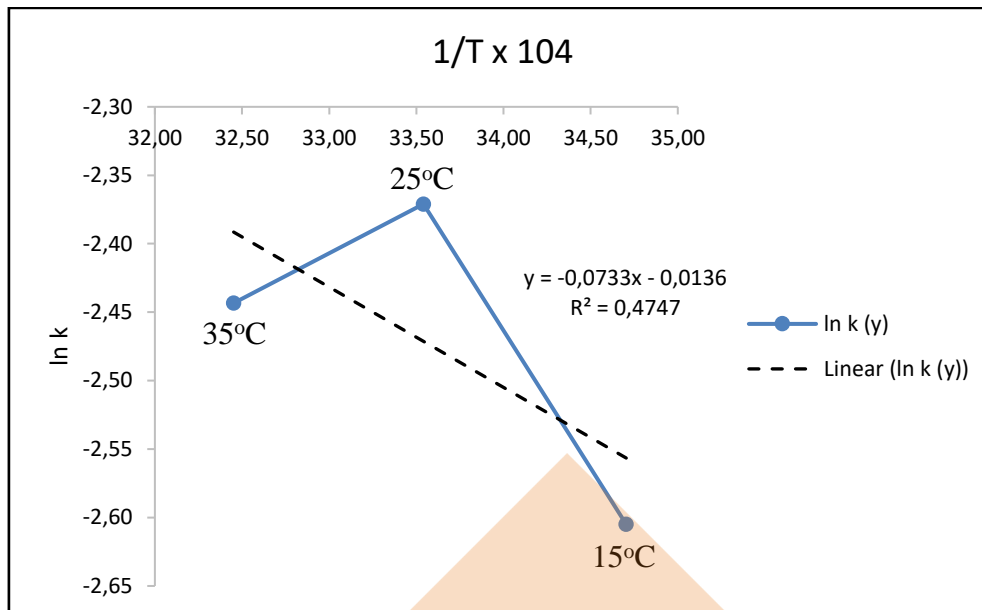
Air merupakan salah satu unsur penting dalam bahan makanan, bukan merupakan sumber nutrisi tetap sangat esensial dalam kelangsungan proses biokimia organisme hidup. Air dalam suatu bahan makanan terdapat dalam berbagai bentuk yaitu, air bebas, air yang terikat secara lemah karena terserap pada permukaan koloid makromolekul seperti protein, pektin pati, dan selulosa, dan air yang terikat secara kuat karena membentuk hidrat.

Uji kadar air dilakukan hanya pada waktu 0 hari dan dilakukan secara triplo, hasil uji yang telah dilakukan terhadap permen *jelly* belimbing wuluh didapatkan bahwa rata-rata kadar air yang terkandung dalam permen *jelly* sebesar 12,0093%. Perubahan kadar air dapat dipengaruhi dengan adanya konsentrasi sukrosa, semakin tinggi konsentrasi sukrosa yang ditambahkan maka kadar air akan menurun. Hal ini disebabkan oleh sifat sukrosa yang higroskopis sehingga dapat mengurangi kadar air bahan. Bila dibandingkan dengan standar mutu SNI yang berlaku kadar air masih dibawah batas maksimal yaitu 20%. Dari hasil persentase kadar air yang diperoleh menunjukkan bahwa permen *jelly* belimbing wuluh memenuhi standar mutu SNI 3547-2-2008.

### 5.6 Uji Pendugaan Umur Simpan

Umur simpan adalah waktu dimana mutu produk tidak dapat diterima konsumen atau produk telah kehilangan fungsinya. Untuk mengetahui umur simpan suatu produk dan laju perubahan nilai gizi atau mutu pangan selama penyimpanan pada suhu tertentu, dapat digunakan model kinetika reaksi yang ditentukan melalui persamaan regresi dari suatu hubungan antara mutu produk terhadap waktu simpan. Pendugaan umur simpan permen *jelly* belimbing wuluh dilakukan dengan Metode *Accelerated Shelf Life Test* (ASLT) melalui pendekatan Arrhenius dengan ordo satu. Parameter kritis yang dipilih untuk melihat penurunan mutu permen *jelly* belimbing wuluh yaitu total kapang dan khamir, hal tersebut karena permen *jelly* belimbing wuluh merupakan produk yang mengandung gula, kapang dan khamir juga sering tumbuh pada produk yang memiliki kadar air tinggi dan secara visual pertumbuhan kapang dan khamir dapat terlihat langsung sehingga dapat mengetahui mutu dari produk.

Berdasarkan uji pendugaan umur simpan permen *jelly* belimbing wuluh diperoleh regresi linier terhadap perubahan nilai total kapang dan khamir selama penyimpanan dan disajikan dalam **Gambar 5.4**.

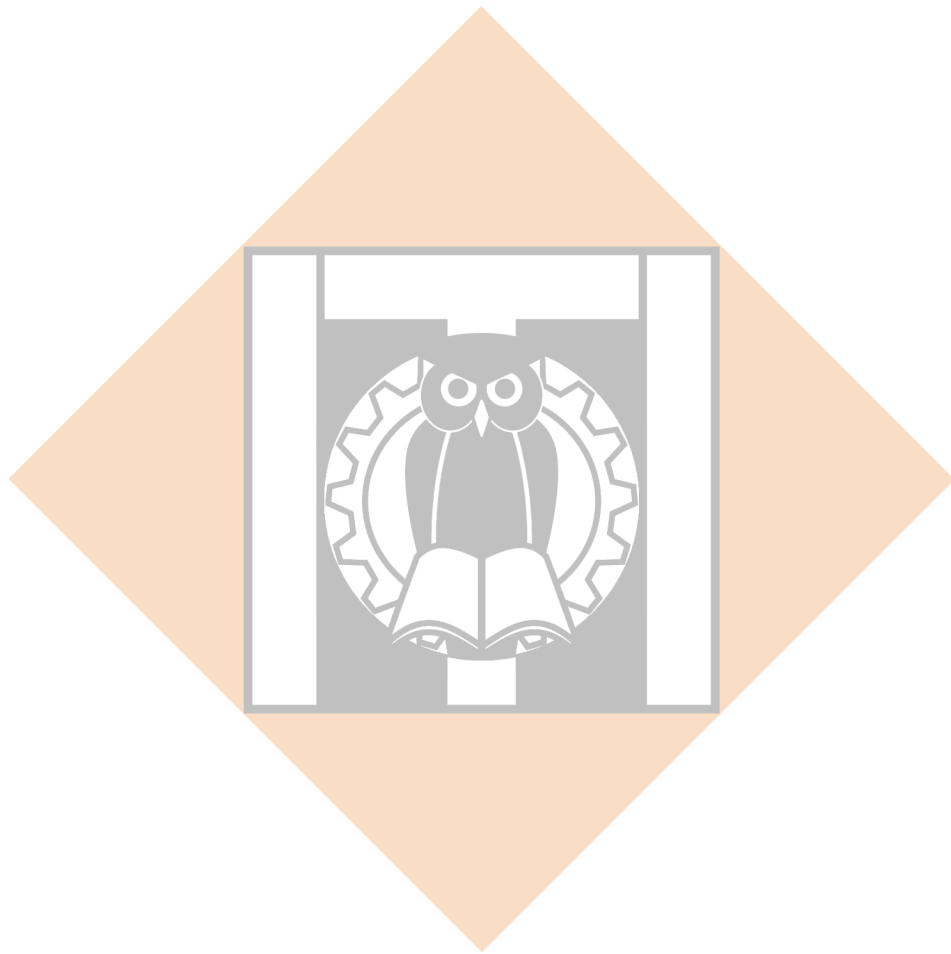


**Gambar 5.4.** Kurva Hubungan ln k dan 1/T

Berdasarkan kurva di atas dapat diketahui bahwa laju penurunan mutu permen *jelly* belimbing wuluh mengalami peningkatan dari penyimpanan 35°C ke penyimpanan 25°C, kemudian terjadi penurunan pada penyimpanan 15°C. Hal ini dapat terjadi karena selama penyimpanan pada suhu 25°C peningkatan total kapang dan khamir cukup signifikan dibanding pada penyimpanan dengan suhu 35°C, sedangkan pada penyimpanan dengan suhu 15°C kualitas produk mampu bertahan pada kondisi lingkungan dengan suhu yang rendah sehingga terjadi penurunan dari suhu 25°C ke 15°C. Laju penurunan mutu tertinggi pada suhu 25°C disebabkan karena pada suhu tersebut metabolisme pertumbuhan mikroba tinggi yang mengakibatkan adanya kenaikan angka lempeng total dan nilai total kapang dan khamir selama penyimpanan.

Berdasarkan kurva persamaan pada **Gambar 5.4.** kemudian diperoleh umur simpan pada masing-masing suhu penyimpanan yang dapat dilihat pada **Tabel 4.16.** Perhitungan umur simpan permen *jelly* belimbing wuluh selengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran 5. Tabel 4.16.** memperlihatkan bahwa penyimpanan pada suhu 15°C mampu menekan pertumbuhan kapang dan khamir, dilihat dari umur simpan produk yang paling lama yaitu 60,31 hari dibandingkan dengan penyimpanan pada suhu 25°C dan 35°C. Hasil pendugaan umur simpan yang didapat sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Atmini (2010) mengenai pendugaan umur simpan permen *jelly* pepaya, dimana produk yang disimpan pada suhu 5°C dapat mempertahankan mutu nya lebih lama yaitu 156 hari

dibandingkan dengan penyimpanan pada suhu 25°C yaitu 116 hari. Hanya saja, ada perbedaan hasil pendugaan umur simpan pada masing-masing produk karena perbedaan jenis kemasan yang digunakan oleh Atmini (2010).



## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis pengamatan visual dan analisis vitamin C menunjukkan bahwa suhu dan waktu penyimpanan yang semakin lama akan mempengaruhi kualitas warna dan tekstur permen *jelly* belimbing wuluh. Kadar Vitamin C permen *jelly* belimbing wuluh menurun di semua suhu dan waktu penyimpanan. Dan umur simpan permen *jelly* belimbing wuluh terbaik yaitu selama 27,06 hari pada suhu 15°C dengan warna kuning beraroma khas belimbing wuluh dan bertekstur sedikit kenyal dengan total kadar vitamin C 9,68 mg/g, total kapang dan khamir  $7,3 \times 10^1$  CFU/g dan angka lempeng total  $4,9 \times 10^3$  CFU/g. Semua hasil analisis mikrobiologi masih di bawah standar mutu permen *jelly* menurut SNI 3547.02-2008.

#### 6.2 SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, penulis dapat memberikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan penelitian menggunakan perpaduan beberapa kemasan sebagai kemasan primer dan sekunder dengan pertimbangan kemampuan tiap-tiap kemasan, sehingga dapat diperoleh kemasan yang lebih baik dalam mempertahankan mutu permen *jelly* belimbing wuluh.
2. Perlu dilakukan kajian mengenai aspek pemasaran dan ekonomi finansial sehingga dapat diketahui prospek pengembangan permen *jelly* belimbing wuluh.

## DAFTAR REFERENSI

- Adhiyati, S. 2019. Pengaruh Suhu Pengeringan pada Daya Terima Permen *Jelly* Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi, L.*). [Skripsi]. Program Sarjana, Institut Teknologi Indonesia, Tangerang Selatan.
- Arpah, M., dan Rizal Syarief. (2000). Evaluasi Model-Model Pendugaan Umur Simpan Pangan dari Difusi Hukum Fick Unidireksional. *Bul. Teknologi dan Industri pangan*, 11(1).
- Aseptianova. 2020. Penyuluhan Manfaat Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi Linn.*) sebagai Tanaman Kesehatan di Kelurahan Kebun Bunga, Kecamatan Sukarami, Palembang. *Jurnal Ilmiah Pengabdian Masyarakat, Universitas Muhammadiyah Palembang*. 2(2):52-56.
- Azkiah, L. 2019. Pengaruh Jenis Kemasan pada Penurunan Mutu Permen *Jelly* Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) Rasa Kayu Manis (*Cinnamomum burmanii*) Selama Penyimpanan. 2019. [Skripsi]. Program Sarjana, Institut Teknologi Indonesia, Tangerang Selatan.
- Buckle, K. A., R. A. Edward, G. H. Fleet, dan M. Wootton. 1987. *Ilmu Pangan*. Penerjemah Hari Purnomo dan Adiono. UI Press, Jakarta.
- [BPOM] Badan Pengawasan Obat dan Makanan RI. (2013). *Batas Maksimum Penggunaan Bahan Tambahan Pangan Pengawet*, Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 36 Tahun 2013.
- [BPOM] RI. 2013. Dokumentasi Ramuan Etnomedisin Obat Asli Indonesia. Badan Pengawasan Obat dan Makanan Republik Indonesia. Jakarta. Hal 15.
- BSN (Badan Standardisasi Nasional). 2008. *SNI 3547-2-2008*. Syarat Mutu Permen Lunak. Pusat Standarisasi Industri, Departemen Perindustrian, Jakarta.
- Darwin, P. 2013. Menikmati Gula Tanpa Rasa Takut. Sinar Ilmu. Yogyakarta.
- Engka, D. L. 2016. Pengaruh Konsentrasi Sukrosa dan Sirup Glukosa Terhadap Sifat Kimia dan Sensoris Permen Keras Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi, L.*). *Jurnal Teknologi Pertanian*.
- Hanifah, Rina. (2016). Pendugaan Umur Simpan Dodol Tomat (*lycopersicum pyriforme*) menggunakan metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) model Arrhenius. Fakultas Teknik, Universitas Pasundan, Bandung.
- Hakim, W. A. 2022. Pengaruh Penambahan Sirup Glukosa pada Tekstur Permen *Jelly* Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi, L.*). [Skripsi]. Program Sarjana, Institut Teknologi Indonesia. Tangerang Selatan.

- Hayati, E.K., Fasyah, A.G., dan Sa'adah, L., 2010, Fraksinasi dan Identifikasi Senyawa Tanin pada Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.), *J. Kimia*, 4 (2): 193-200.
- Herawati, H. (2008). Penentuan Umur Simpan pada Produk Pangan. *Jurnal Litbang Pertanian*, 27(4): 124-130.
- Labuza, T.P. dan D. Riboh. (1982). *Theory and Application of Arrhenius Kinetics to The Prediction of Nutrient Losses in Food. Food Technology*, 36: 66-74.
- Labuza, T.P. dan M.K. Schmidl. (1985). *Accelerated Shelf-Life Testing of Foods. Food Technology*, 39(9): 57-62, 64, 134.
- Maulina, D. P. 2022. Pendugaan Umur Simpan Stick Sagon Panggang Diperkaya Daun Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* L.) Dan Sambal Hijau. [Skripsi]. Program Sarjana, Institut Teknologi Indonesia, Tangerang Selatan.
- Mulatsih, T, Atmini. 2010. Pendugaan Umur Simpan Permen *Jelly* Pepaya (*Carica papaya* L). [Skripsi]. Program Sarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Mulyakin, S. 2020. Kajian Penambahan Gula Pasir Terhadap Sifat Kimia dan Organoleptik Sirup Kersen. [Skripsi]. Program Sarjana, Universitas Muhammadiyah Mataram, Mataram.
- Nur, A, Karsyidi. 2022. Pendugaan Umur Simpan Minuman *Jelly* Berbasis Tomat (*Solanum lycopersicum*) Dengan Metode *Accelerated Shelf-Life Testing* (ASLT). [Skripsi]. Program Sarjana, Institut Teknologi Indonesia, Tangerang Selatan.
- Parikesit, M. 2011. Khasiat dan Manfaat Belimbing Wuluh. Stomata, Surabaya.
- Pratama, M. D., Pratiwi, J. P., Retno, P. dan M, Muhtar. 2021. Karakteristik Fisikokimia dan Mikrobiologi Permen Jeli Jahe (*Zingiber officinale*) terhadap Daya Simpan dengan Teknik Pengemasan Berbeda. *Jurnal Teknologi Agro-Industri*. 8(1).
- Rakhmayanti, R. D., Rini, T. H. 2019. Formulasi Hard Candy Ekstrak Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* L.). *Jurnal IKRA-ITH Teknologi*. 3(3).
- Rika, Handayani. 2022. Pendugaan Umur Simpan Manisan Basah Kolang Kaling (*Arenga pinnata*). [Skripsi]. Program Sarjana, Institut Teknologi Indonesia, Tangerang Selatan.
- Robertson, G. L. 1993. *Food Packaging Principles and Practice*. Marcel Dekker, Inc.
- Setiawati, V, R. Dan P, Sari. 2020. Pengaruh Penambahan Ekstrak Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) Terhadap Karakteristik Fisik, Masa Simpan, dan Organoleptik Permen *Jelly* Daun Kersen. *Jurnal Agrotek*. 7(2).

- Shabrina, A. 2016. Pengaruh Konsentrasi Tepung Agar-agar Terhadap Sifat Sensori, Kimia dan Mikrobiologi Permen *Jelly* Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) Selama Penyimpanan pada Suhu Ruang. [Skripsi]. Program Sarjana, Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Verawati, N., N, Aida., Asrorudin. Dan A, Wijayanto. 2020. Pengaruh Konsentrasi Agar-agar Terhadap Karakteristik Kimia dan Sensoris Permen *Jelly* Buah Mangga Kweni (*Mangifera odorata Griff*). *Jurnal Teknologi Pertanian*. 9(2):81-87.
- Yulita, A. C. 2013. Pembuatan Sari Buah Belimbing Manis (*Averrhoa carambola Linn*) dengan Memanfaatkan Kerusakan Sel Akibat Metode Pembekuan Lambat dan Thawing. [Skripsi]. Universitas Brawijaya. Malang
- Wibowo, R. A. 2019. Potensi Pohon Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi, L*) Di Provinsi Banten sebagai Penunjang Ketersediaan Bahan Baku Industri Sirup Belimbing Wuluh. [Skripsi]. Program Sarjana, Institut Teknologi Indonesia, Tangerang Selatan.
- Winarno, F. G. 1997. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Wulandari, E. 2015. Aktivitas Antioksidan Dan Kualitas Gummy Candy Ekstrak Akar Alang-Alang (*Imperata cylindrica*) Dengan Variasi Penambahan Gelatin Dan Agar-Agar Serta Pewarna Alami. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Surakarta.





# LAMPIRAN



### Lampiran 1. Perhitungan Statistik Angka Lempeng Total

#### A. Data Angka Lempeng Total Permen *Jelly* Belimbing Wuluh

Sampel		Ulangan (CFU/g)		Ulangan (log CFU/g)	
Waktu Penyimpanan (hari)	Suhu Penyimpanan (°C)	I	II	I	II
0	15	$1 \times 10^1$	$10 \times 10^1$	0,00	0,00
	25	$3,7 \times 10^2$	$5,45 \times 10^2$	2,57	2,74
	35	$2,18 \times 10^4$	$2,26 \times 10^3$	4,34	3,35
7	15	$1,1 \times 10^1$	$1,1 \times 10^1$	1,04	1,04
	25	$6,66 \times 10^4$	$4,49 \times 10^4$	4,82	4,65
	35	$1,37 \times 10^3$	$3,67 \times 10^3$	3,14	3,56
14	15	$5,2 \times 10^2$	$5,7 \times 10^2$	2,72	2,76
	25	$4,23 \times 10^4$	$4,99 \times 10^4$	4,63	4,70
	35	$2,26 \times 10^4$	$2,46 \times 10^4$	4,35	4,39
21	15	$2,34 \times 10^3$	$2,56 \times 10^3$	3,37	3,41
	25	$5,65 \times 10^4$	$6,05 \times 10^4$	4,75	4,78
	35	$3,01 \times 10^4$	$2,98 \times 10^4$	4,48	4,47
28	15	$3,36 \times 10^3$	$3,25 \times 10^3$	3,53	3,51
	25	$6,70 \times 10^4$	$6,27 \times 10^4$	4,83	4,80
	35	$2,54 \times 10^4$	$3,11 \times 10^4$	4,40	4,49

**B. Rekapitulasi Data Hasil Analisis Angka Lempeng Total Permen *Jelly* Belimbing Wuluh**

Sampel		Ulangan (log CFU/g)					
Waktu Penyimpanan (hari)	Suhu Penyimpanan (°C)	I	II	$\Sigma X_j$	$\Sigma X_j^2$	$X_j^2$	Rata-rata
0	15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	25	2,57	2,74	5,31	14,11	28,20	2,65
	35	4,34	3,35	7,69	30,06	59,14	3,85
7	15	1,04	1,04	2,08	2,16	4,33	1,04
	25	4,82	4,65	9,47	44,85	89,68	4,74
	35	3,14	3,56	6,70	22,53	44,89	3,35
14	15	2,72	2,76	5,48	15,02	30,03	2,74
	25	4,63	4,70	9,33	43,53	87,05	4,67
	35	4,35	4,39	8,74	38,19	76,39	4,37
21	15	3,37	3,41	6,78	22,98	45,97	3,39
	25	4,75	4,78	9,53	45,41	90,82	4,77
	35	4,48	4,47	8,95	40,05	80,10	4,48
28	15	3,53	3,51	7,04	24,78	49,56	3,52
	25	4,83	4,80	9,63	46,37	92,74	4,82
	35	4,40	4,49	8,89	39,52	79,74	4,45
$\Sigma Y_j$		<b>52,97</b>	<b>52,65</b>	<b>105,62</b>		<b>857,93</b>	<b>3,52</b>
$\Sigma Y_j^2$		<b>216,51</b>	<b>213,07</b>		<b>429,58</b>		
$Y_j^2$		<b>2805,82</b>	<b>2772,02</b>	<b>5577,84</b>			

**C. Pengaruh Suhu dan Waktu Penyimpanan Terhadap Nilai Angka Lempeng Total Permen *Jelly* Belimbing Wuluh**

Suhu Penyimpanan (°C)	Waktu Penyimpanan (hari)					Total	Rata-rata
	0	7	14	21	28		
15	0,00	2,08	5,48	6,78	7,04	21,38	4,28
25	5,31	9,47	9,33	9,53	9,63	43,27	8,65
35	7,69	6,70	8,74	8,95	8,89	40,97	8,19
<b>Total</b>	13,00	18,25	23,55	25,26	25,56	<b>105,62</b>	
<b>Rata-rata</b>	4,33	6,08	7,85	8,42	8,52		

**D. Sidik Ragam Nilai Angka Lempeng Total Permen *Jelly* Belimbing Wuluh**  
**1. Derajat Bebas (db)**

- a. db Total = (jumlah ulangan x jumlah perlakuan) – 1  
 = (2 x 15) – 1  
 = 29
- b. db Ulangan = Jumlah Ulangan – 1  
 = 2 – 1  
 = 1
- c. db Perlakuan = Jumlah Perlakuan – 1  
 = 15 – 1  
 = 14
- d. db Galat = db Total – db Ulangan – db Perlakuan  
 = 29 – 1 – 14  
 = 14
- e. db Suhu Penyimpanan (A) = Jumlah Taraf A – 1  
 = 3 – 1  
 = 2
- f. db Waktu Penyimpanan (B) = Jumlah Taraf B – 1  
 = 5 – 1  
 = 4
- g. db Interaksi = (Jumlah Taraf A – 1) x (Jumlah Taraf B – 1)  
 = (3 – 1) x (5 – 1)  
 = 2 x 4  
 = 8

**2. Faktor Koreksi (FK)**

$$FK = \frac{(Total\ Umum)^2}{(Jumlah\ Ulangan\ x\ Jumlah\ Perlakuan)}$$

$$FK = \frac{(105,62)^2}{(2\ x\ 15)}$$

$$FK = 371,85$$

### 3. Jumlah Kuadrat (JK)

$$\begin{aligned} \text{a. Jumlah Kuadrat Total (JKT)} &= \text{Total Jumlah Kuadrat} - \text{Faktor Koreksi} \\ &= 429,58 - 371,85 \\ &= 57,73 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)} &= \frac{JK \text{ Total Perlakuan}}{\text{Jumlah Ulangan}} - \text{Faktor Koreksi} \\ &= \frac{857,93}{2} - 371,85 \\ &= 57,12 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. Jumlah Kuadrat Ulangan (JKU)} &= \frac{JK \text{ Total Ulangan}}{\text{Jumlah Perlakuan}} - \text{Faktor Koreksi} \\ &= \frac{5577,84}{15} - 371,85 \\ &= 0,006 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. Jumlah Kuadrat Galat (JKG)} &= \text{JKT} - \text{JKP} - \text{JKU} \\ &= 57,73 - 57,12 - 0,006 \\ &= 0,604 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e. Jumlah Kuadrat Suhu Penyimpanan (JKA)} &= \frac{\Sigma(\text{Total Suhu Penyimpanan})^2}{(r \times b)} - \text{Faktor Koreksi} \\ &= \frac{(21,38)^2 + (43,27)^2 + (40,97)^2}{(2 \times 5)} - 371,85 \\ &= 28,94 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{f. Jumlah Kuadrat Waktu Penyimpanan (JKB)} &= \frac{\Sigma(\text{Total Waktu Penyimpanan})^2}{(r \times a)} - \text{Faktor Koreksi} \\ &= \frac{(13,00)^2 + (18,25)^2 + (23,55)^2 + (25,26)^2 + (25,56)^2}{(2 \times 3)} - 371,85 \\ &= 19,49 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{g. Jumlah Kuadrat Interaksi} &= \text{JKP} - \text{JKA} - \text{JKB} \\ &= 57,12 - 28,994 - 19,49 \\ &= 8,69 \end{aligned}$$

#### 4. Kuadrat Tengah (KT)

- a. Kuadrat Tengah Perlakuan  $= \frac{JK \text{ Perlakuan}}{db \text{ Perlakuan}}$
- $$= \frac{57,12}{14}$$
- $$= 4,08$$
- b. Kuadrat Tengah Ulangan  $= \frac{JK \text{ Ulangan}}{db \text{ Ulangan}}$
- $$= \frac{0,006}{1}$$
- $$= 0,006$$
- c. Kuadrat Tengah Galat  $= \frac{JK \text{ Galat}}{db \text{ Galat}}$
- $$= \frac{0,604}{14}$$
- $$= 0,043$$
- d. Kuadrat Tengah Suhu Penyimpanan
- $$= \frac{JK \text{ Suhu Penyimpanan}}{db \text{ Suhu Penyimpanan}}$$
- $$= \frac{28,94}{2} = 14,49$$
- e. Kuadrat Tengah Waktu Penyimpanan
- $$= \frac{JK \text{ Waktu Penyimpanan}}{db \text{ Waktu Penyimpanan}}$$
- $$= \frac{19,49}{4} = 4,87$$
- f. Kuadrat Tengah Interaksi  $= \frac{JK \text{ Interaksi}}{db \text{ Interaksi}}$
- $$= \frac{8,69}{8}$$
- $$= 1,086$$

**E. Hasil Sidik Ragam Nilai Angka Lempeng Total Permen *Jelly* Belimbing Wuluh**

Sumber Keragaman	Derajat bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	14	57,12	4,08			
Suhu Penyimpanan (A)	2	28,94	14,47	336,51 **	3,74	6,51
Waktu Penyimpanan (B)	4	19,49	4,87	133,26 **	3,11	5,04
Interaksi (A x B)	8	8,69	1,086	25,26 **	2,70	4,14
Ulangan	1	0,006	0,006	0,14		
Galat	14	0,604	0,043			
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>57,73</b>				

Keterangan : \*\*Berbeda Sangat Nyata

**1. Koefisien Keragaman (KK)**

$$KK = \frac{\sqrt{KT Galat}}{\text{rata-rata}} \times 100\%$$

$$KK = \frac{\sqrt{0,043}}{3,52} \times 100\%$$

$$KK = 5,89\%$$

Nilai koefisien keragaman sebesar 5,89% (>5%), maka dilakukan uji lanjut yaitu Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

**Uji Beda Nyata Terkecil Suhu Penyimpanan Taraf 5% :**

$$BNT_a = q_{(a; db Galat)} \times \sqrt{\frac{2 \times KT \times MSe}{r}}$$

$$BNT_a = q_{(0,05; 14)} \times \sqrt{\frac{2 \times 0,043}{2}} = 2,145 \times 0,2074 = 0,4449$$

**Uji Beda Nyata Terkecil Suhu Penyimpanan Taraf 1% :**

$$BNT_a = q_{(a; db Galat)} \times \sqrt{\frac{2 \times KT \times MSe}{r}}$$

$$BNT_a = q_{(0,01; 14)} \times \sqrt{\frac{2 \times 0,043}{2}} = 2,977 \times 0,2074 = 0,6174$$

## 2. Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Angka Lempeng Total Permen *Jelly* Belimbing Wuluh

Taraf Nyata 5%

4,27

8,20

8,65

a \_\_\_\_\_

b \_\_\_\_\_

b \_\_\_\_\_

Taraf Nyata 1%

4,27

8,20

8,65

a \_\_\_\_\_

b \_\_\_\_\_

b \_\_\_\_\_

### Hasil Uji BNT Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Angka Lempeng Total Permen *Jelly* Belimbing Wuluh

Suhu Penyimpanan (°C)	Rata-rata Nilai Angka Lempeng Total (log CFU/g)	Taraf	
		5%	1%
15	4,27	a	a
35	8,20	b	b
25	8,65	b	b

Keterangan : huruf yang sama pada kolom taraf nyata menunjukkan bahwa angka di kolom rata-rata nilai angka lempeng total tidak berbeda nyata

### Uji Beda Nyata Terkecil Waktu Penyimpanan Taraf 5% :

$$BNT_a = q_{(a; db \text{ Galat})} \times \sqrt{\frac{2 \times KT \text{ } MSe}{r}}$$

$$BNT_a = q_{(0,05;14)} \times \sqrt{\frac{2 \times 0,043}{2}} = 2,145 \times 0,2074 = 0,4449$$



### Uji Beda Nyata Terkecil Waktu Penyimpanan Taraf 1% :

$$BNT_a = q_{(a; db Galat)} \times \sqrt{\frac{2 \times KT \times Mse}{r}}$$

$$BNT_a = q_{(0,01; 14)} \times \sqrt{\frac{2 \times 0043}{2}} = 2,977 \times 0,2074 = 0,6174$$

### 3. Pengaruh Waktu Penyimpanan Terhadap Angka Lempeng Total Permen Jelly Belimbing Wuluh

Taraf Nyata 5%

4,33                  6,09                  7,85                  8,42                  8,52

a \_\_\_\_\_

ab \_\_\_\_\_

bc \_\_\_\_\_

c \_\_\_\_\_

c \_\_\_\_\_

Taraf Nyata 1%

4,33                  6,09                  7,85                  8,42                  8,52

a \_\_\_\_\_

ab \_\_\_\_\_

b \_\_\_\_\_

b \_\_\_\_\_

b \_\_\_\_\_

**Hasil Uji BNT Pengaruh Waktu Penyimpanan Terhadap Angka Lempeng Total Permen Jelly Belimbing Wuluh**

Waktu Penyimpanan (hari)	Rata-rata Nilai Angka Lempeng Total (log CFU/g)	Taraf	
		5%	1%
0	4,33	a	a
7	6,08	ab	ab
14	7,85	bc	b
21	8,42	c	b
28	8,52	c	b

Keterangan : huruf yang sama pada kolom taraf nyata menunjukkan bahwa angka di kolom rata-rata nilai angka lempeng total tidak berbeda nyata

**Uji Beda Nyata Terkecil Interaksi Suhu dan Waktu Penyimpanan Taraf 5%:**

$$BNT_a = q_{(a; db Galat)} \times \sqrt{\frac{2 \times KT \times MSe}{r}}$$

$$BNT_a = q_{(0,05;14)} \times \sqrt{\frac{2 \times 0,043}{2}} = 2,145 \times 0,2074 = 0,4449$$

**Uji Beda Nyata Terkecil Interaksi Suhu dan Waktu Penyimpanan Taraf 1%:**

$$BNT_a = q_{(a; db Galat)} \times \sqrt{\frac{2 \times KT \times MSe}{r}}$$

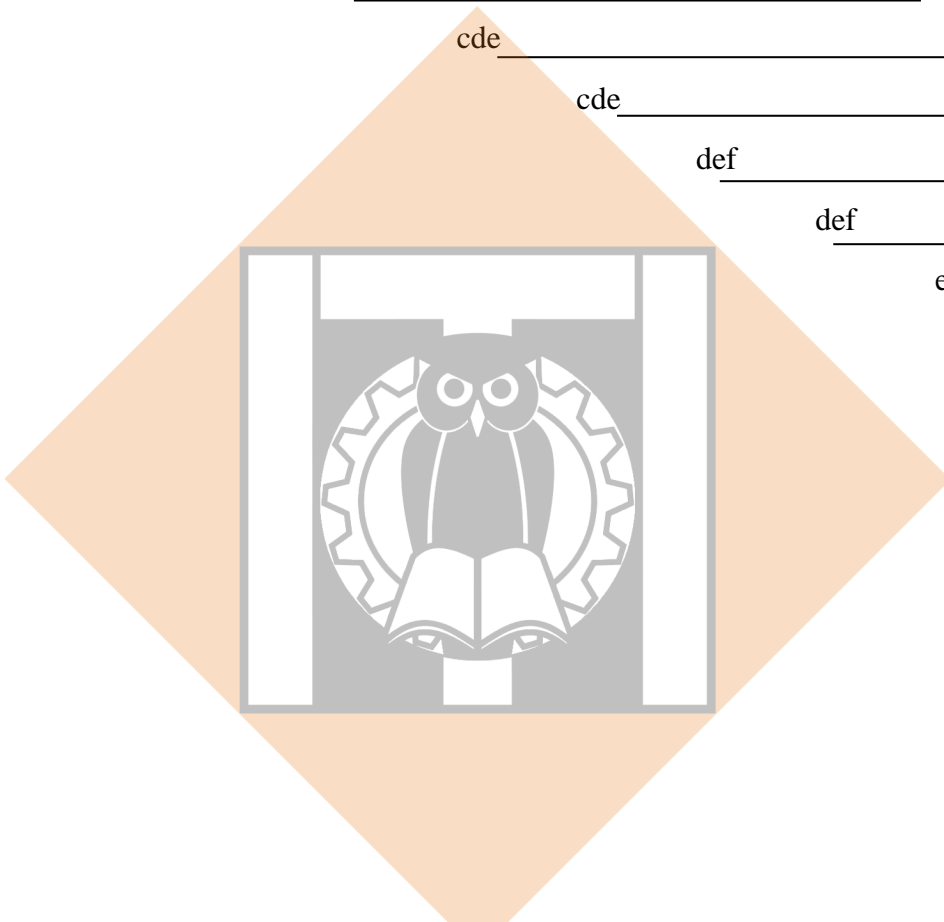
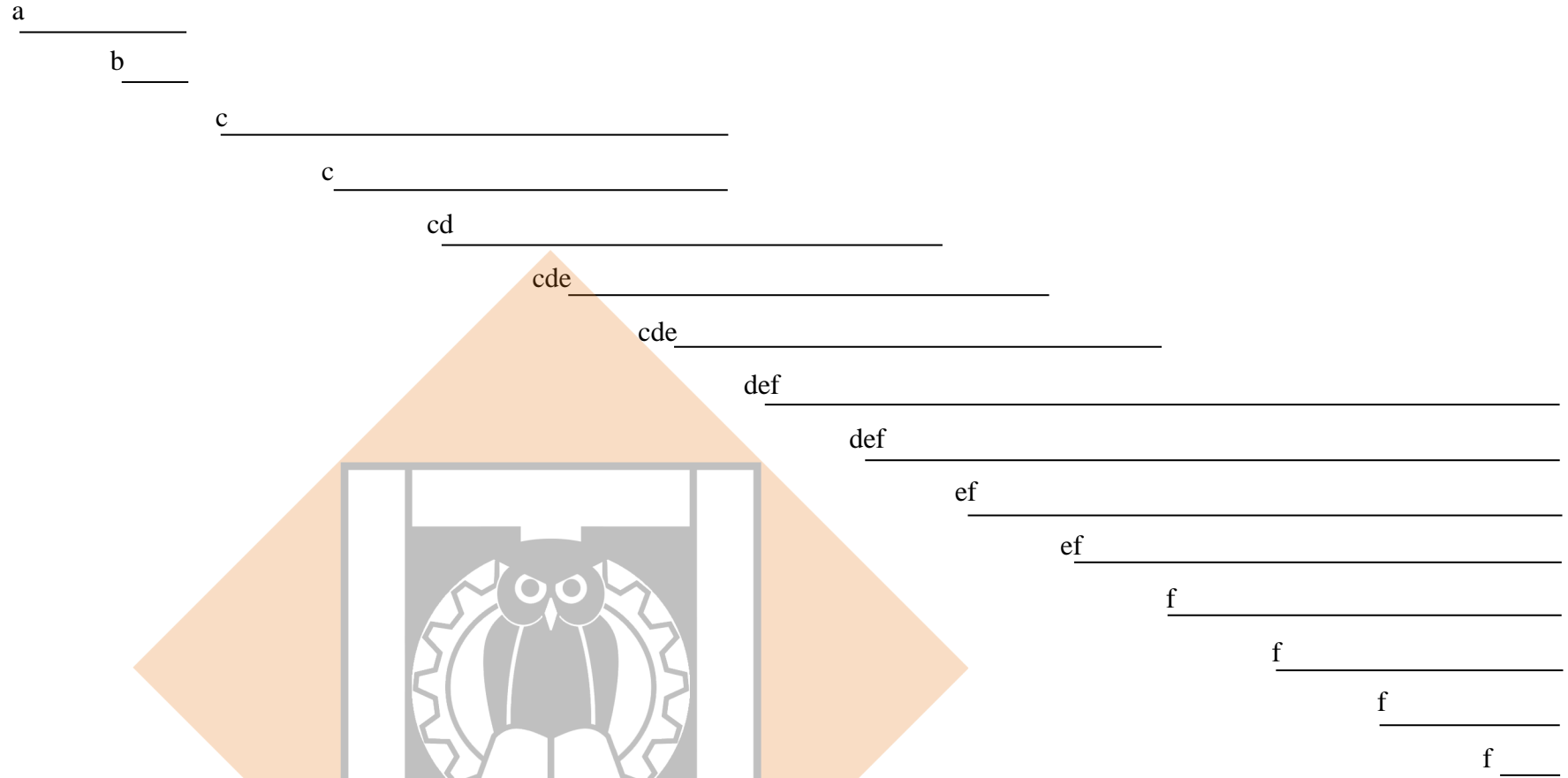
$$BNT_a = q_{(0,01; 14)} \times \sqrt{\frac{2 \times 0,043}{2}} = 2,977 \times 0,2074 = 0,6174$$

**Pengaruh Interaksi Suhu dan Waktu Penyimpanan Terhadap Angka Lempeng Total Permen *Jelly* Belimbing Wuluh taraf 5%**

	0,00	2,08	5,30	5,47	6,70	6,78	7,04	7,69	8,75	8,90	8,95	9,32	9,48	9,53	9,62
0,00	0,00														
2,08	2,08	0,00													
5,30	5,30	3,22	0,00												
5,47	5,47	3,39	0,17	0,00											
6,70	6,70	4,62	1,40	1,23	0,00										
6,78	6,78	4,69	1,47	1,31	0,08	0,00									
7,04	7,04	4,96	1,73	1,57	0,34	0,26	0,00								
7,69	7,69	5,61	2,39	2,22	0,99	0,92	0,65	0,00							
8,75	8,75	6,66	3,44	3,27	2,04	1,97	1,71	1,05	0,00						
8,90	8,90	6,81	3,59	3,43	2,20	2,12	1,86	1,21	0,15	0,00					
8,95	8,95	6,87	3,65	3,48	2,25	2,18	1,91	1,26	0,21	0,06	0,00				
9,32	9,32	7,24	4,02	3,85	2,62	2,55	2,29	1,63	0,58	0,43	0,37	0,00			
9,48	9,48	7,39	4,17	4,00	2,77	2,70	2,44	1,78	0,73	0,58	0,52	0,15	0,00		
9,53	9,53	7,45	4,23	4,06	2,83	2,76	2,50	1,84	0,79	0,64	0,58	0,21	0,06	0,00	
9,62	9,62	7,54	4,32	4,15	2,92	2,85	2,59	1,93	0,88	0,73	0,67	0,30	0,15	0,09	0,00

**Taraf 5%**

0,00    2,08    5,30    5,47    6,70    6,78    7,04    7,69    8,75    8,90    8,95    9,32    9,48    9,53    9,62

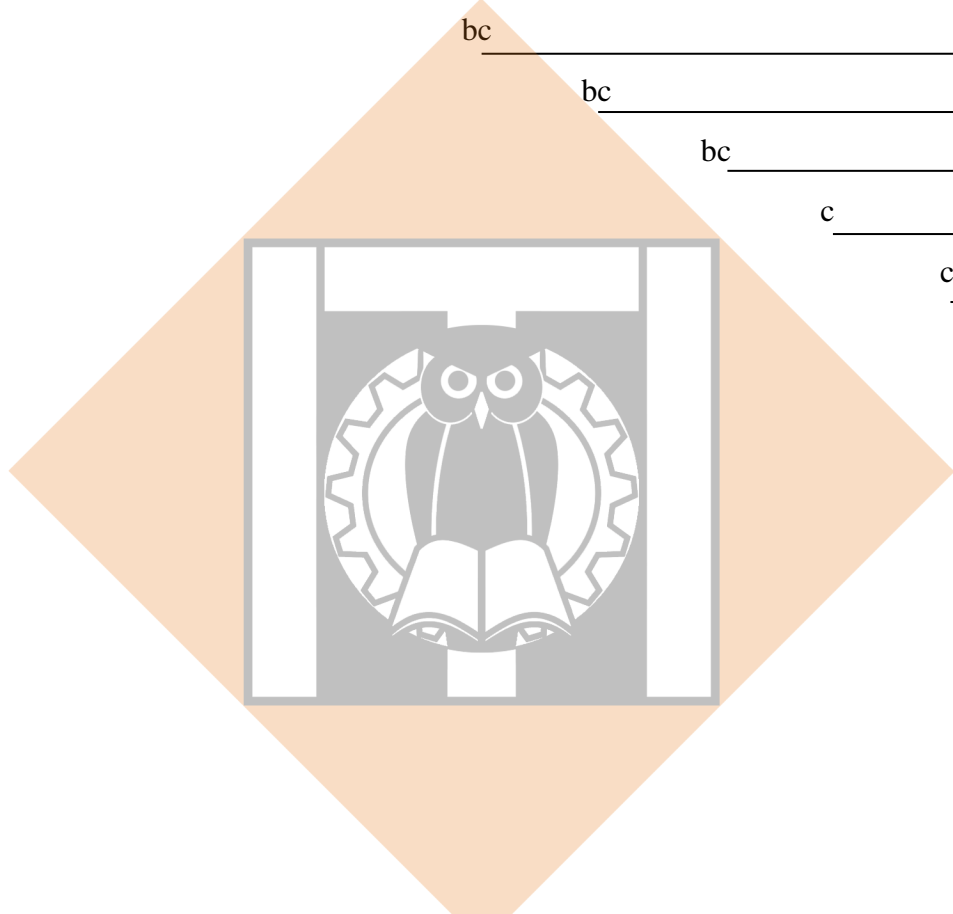
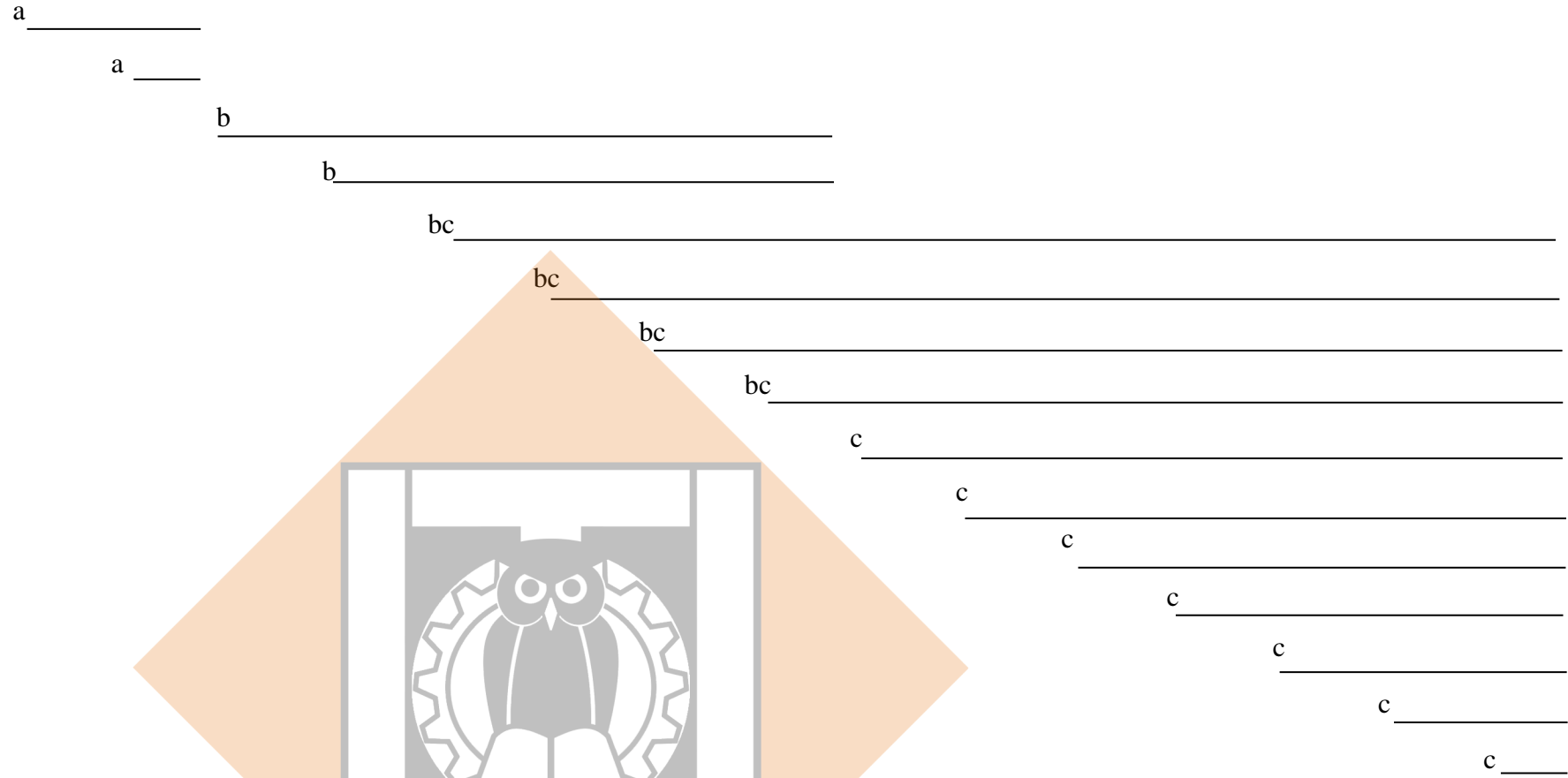


**Pengaruh Interaksi Suhu dan Waktu Penyimpanan Terhadap Angka Lempeng Total Permen *Jelly* Belimbing Wuluh taraf 1%**

	0,00	2,08	5,30	5,47	6,70	6,78	7,04	7,69	8,75	8,90	8,95	9,32	9,48	9,53	9,62
0,00	0,00														
2,08	2,08	0,00													
5,30	5,30	3,22	0,00												
5,47	5,47	3,39	0,17	0,00											
6,70	6,70	4,62	1,40	1,23	0,00										
6,78	6,78	4,69	1,47	1,31	0,08	0,00									
7,04	7,04	4,96	1,73	1,57	0,34	0,26	0,00								
7,69	7,69	5,61	2,39	2,22	0,99	0,92	0,65	0,00							
8,75	8,75	6,66	3,44	3,27	2,04	1,97	1,71	1,05	0,00						
8,90	8,90	6,81	3,59	3,43	2,20	2,12	1,86	1,21	0,15	0,00					
8,95	8,95	6,87	3,65	3,48	2,25	2,18	1,91	1,26	0,21	0,06	0,00				
9,32	9,32	7,24	4,02	3,85	2,62	2,55	2,29	1,63	0,58	0,43	0,37	0,00			
9,48	9,48	7,39	4,17	4,00	2,77	2,70	2,44	1,78	0,73	0,58	0,52	0,15	0,00		
9,53	9,53	7,45	4,23	4,06	2,83	2,76	2,50	1,84	0,79	0,64	0,58	0,21	0,06	0,00	
9,62	9,62	7,54	4,32	4,15	2,92	2,85	2,59	1,93	0,88	0,73	0,67	0,30	0,15	0,09	0,00

**Taraf 1%**

0,00    2,08    5,30    5,47    6,70    6,78    7,04    7,69    8,75    8,90    8,95    9,32    9,48    9,53    9,62



**Hasil Uji BNT Pengaruh Interaksi Suhu dan Waktu Penyimpanan Terhadap  
Angka Lempeng Total Permen *Jelly* Belimbing Wuluh**

Waktu Penyimpanan (hari)	Suhu Penyimpanan (°C)	Rata-rata Nilai Angka Lempeng Total (log CFU/g)	Taraf	
			5%	1%
0	15	0,00	a	a
7	15	2,08	b	a
0	25	5,30	c	b
14	15	5,47	c	b
7	35	6,70	cd	bc
21	15	6,78	cde	bc
28	15	7,04	cde	bc
0	35	7,69	def	bc
14	35	8,75	def	c
28	35	8,90	ef	c
21	35	8,95	ef	c
14	25	9,32	f	c
7	25	9,48	f	c
21	25	9,53	f	c
28	25	9,62	f	c

## Lampiran 2. Perhitungan Statistik Total Kapang dan Khamir

### A. Data Total Kapang dan Khamir Permen *Jelly* Belimbing Wuluh

Perlakuan		Ulangan (CFU/g)		Ulangan (log CFU/g)	
Waktu Penyimpanan (hari)	Suhu Penyimpanan (°C)	I	II	I	II
0	15	0,00	0,00	0,00	0,00
	25	$4,87 \times 10^0$	$5,13 \times 10^0$	0,69	0,71
	35	$1,98 \times 10^0$	$2,02 \times 10^0$	0,30	0,31
7	15	$1,78 \times 10^0$	$1,20 \times 10^0$	0,25	0,08
	25	$7,90 \times 10^1$	$7,10 \times 10^1$	1,90	1,85
	35	$5,79 \times 10^1$	$4,21 \times 10^1$	1,76	1,62
14	15	$1,63 \times 10^1$	$1,37 \times 10^1$	1,21	1,14
	25	$8,90 \times 10^2$	$9,80 \times 10^2$	2,95	2,99
	35	$9,30 \times 10^1$	$9,10 \times 10^1$	1,97	1,96
21	15	$4,00 \times 10^1$	$4,20 \times 10^1$	1,60	1,62
	25	$9,85 \times 10^2$	$9,98 \times 10^2$	2,99	3,00
	35	$2,50 \times 10^2$	$3,80 \times 10^2$	2,40	2,58
28	15	$6,92 \times 10^1$	$7,68 \times 10^1$	1,84	1,89
	25	$2,49 \times 10^3$	$2,61 \times 10^3$	3,40	3,42
	35	$9,25 \times 10^2$	$8,35 \times 10^2$	2,97	2,92



**B. Rekapitulasi Data Hasil Analisis Total Kapang dan Khamir Permen *Jelly* Belimbing Wuluh**

Sampel		Ulangan (log CFU/g)		$\Sigma X_j$	$\Sigma X_j^2$	$X_j^2$	Rata-rata
Waktu Penyimpanan (hari)	Suhu Penyimpanan ( $^{\circ}\text{C}$ )	I	II				
0	15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	25	0,69	0,71	1,40	0,98	1,95	0,70
	35	0,30	0,31	0,60	0,18	0,36	0,30
7	15	0,25	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00
	25	1,90	1,85	3,75	7,03	14,05	1,87
	35	1,76	1,62	3,39	5,75	11,47	1,69
14	15	1,21	1,14	2,35	2,76	5,52	1,17
	25	2,95	2,99	5,94	17,65	35,29	2,97
	35	1,97	1,96	3,93	7,71	15,43	1,96
21	15	1,60	1,62	3,23	5,20	10,40	1,61
	25	2,99	3,00	5,99	17,96	35,91	3,00
	35	2,40	2,58	4,98	12,41	24,78	2,49
28	15	1,84	1,89	3,73	6,94	13,88	1,86
	25	3,40	3,42	6,81	23,21	46,41	3,41
	35	2,97	2,92	5,89	17,33	34,67	2,94
$\Sigma X_j$		26,22	26,08	52,30		250,24	1,74
$\Sigma X_j^2$		62,37	62,80		125,17		
$X_j^2$		687,53	680,32	1367,86			

**C. Pengaruh Suhu dan Waktu Penyimpanan Terhadap Nilai Total Kapang dan Khamir Permen *Jelly* Belimbing Wuluh**

Suhu Penyimpanan ( $^{\circ}\text{C}$ )	Waktu Penyimpanan (hari)					Total	Rata-rata
	0	7	14	21	28		
15	0,00	0,33	2,35	3,23	3,73	9,63	1,93
25	1,40	3,75	5,94	5,99	6,81	23,89	4,78
35	0,60	3,39	3,93	4,98	5,89	18,78	3,76
<b>Total</b>	2,00	7,47	12,22	14,20	16,43	<b>52,30</b>	
<b>Rata-rata</b>	0,67	2,49	4,07	4,73	5,48		

## D. Sidik Ragam Nilai Total Kapang dan Khamir Permen *Jelly* Belimbing Wuluh

### 1. Derajat Bebas (db)

- a. db Total = (jumlah ulangan x jumlah perlakuan) – 1  
 $= (2 \times 15) - 1$   
 $= 29$
- b. db Ulangan = Jumlah Ulangan – 1  
 $= 2 - 1$   
 $= 1$
- c. db Perlakuan = Jumlah Perlakuan – 1  
 $= 15 - 1$   
 $= 14$
- d. db Galat = db Total – db Ulangan – db Perlakuan  
 $= 29 - 1 - 14$   
 $= 14$
- e. db Suhu Penyimpanan (A) = Jumlah Taraf A – 1  
 $= 3 - 1$   
 $= 2$
- f. db Waktu Penyimpanan (B) = Jumlah Taraf B – 1  
 $= 5 - 1$   
 $= 4$
- g. db Interaksi = (Jumlah Taraf A – 1) x (Jumlah Taraf B – 1)  
 $= (3 - 1) \times (5 - 1)$   
 $= 2 \times 4$   
 $= 8$

### 2. Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{(Total\ Umum)^2}{(Jumlah\ Ulangan \times Jumlah\ Perlakuan)}$$

$$FK = \frac{(52,30)^2}{(2 \times 15)}$$

$$FK = 91,18$$

### 3. Jumlah Kuadrat (JK)

$$\begin{aligned} \text{a. Jumlah Kuadrat Total (JKT)} &= \text{Total Jumlah Kuadrat} - \text{Faktor Koreksi} \\ &= 125,17 - 91,18 \\ &= 33,99 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)} &= \frac{JK \text{ Total Perlakuan}}{Jumlah Ulangan} - \text{Faktor Koreksi} \\ &= \frac{250,24}{2} - 91,18 \\ &= 33,94 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. Jumlah Kuadrat Ulangan (JKU)} &= \frac{JK \text{ Total Ulangan}}{Jumlah Perlakuan} - \text{Faktor Koreksi} \\ &= \frac{1367,86}{15} - 91,18 \\ &= 0,0107 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. Jumlah Kuadrat Galat (JKG)} &= \text{JKT} - \text{JKP} - \text{JKU} \\ &= 33,99 - 33,94 - 0,0107 \\ &= 0,0393 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e. Jumlah Kuadrat Suhu Penyimpanan (JKA)} &= \frac{\Sigma(\text{Total Suhu Penyimpanan})^2}{(r \times b)} - \text{Faktor Koreksi} \\ &= \frac{(9,63)^2 + (23,89)^2 + (18,78)^2}{(2 \times 5)} - 91,18 \\ &= 10,44 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{f. Jumlah Kuadrat Waktu Penyimpanan (JKB)} &= \frac{\Sigma(\text{Total Waktu Penyimpanan})^2}{(r \times a)} - \text{Faktor Koreksi} \\ &= \frac{(2,00)^2 + (7,47)^2 + (12,22)^2 + (14,20)^2 + (16,43)^2}{(2 \times 3)} - 91,18 \\ &= 22,27 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{g. Jumlah Kuadrat Interaksi} &= \text{JKP} - \text{JKA} - \text{JKB} \\ &= 33,94 - 10,44 - 22,27 \\ &= 1,23 \end{aligned}$$

#### 4. Kuadrat Tengah (KT)

$$\begin{aligned} \text{a. Kuadrat Tengah Perlakuan} &= \frac{JK \text{ Perlakuan}}{db \text{ Perlakuan}} \\ &= \frac{33,94}{14} \\ &= 2,42 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Kuadrat Tengah Ulangan} &= \frac{JK \text{ Ulangan}}{db \text{ Ulangan}} \\ &= \frac{0,0107}{1} \\ &= 0,0107 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. Kuadrat Tengah Galat} &= \frac{JK \text{ Galat}}{db \text{ Galat}} \\ &= \frac{0,0393}{14} \\ &= 0,0028 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. Kuadrat Tengah Suhu Penyimpanan} &= \frac{JK \text{ Suhu Penyimpanan}}{db \text{ Suhu Penyimpanan}} \\ &= \frac{10,44}{2} = 5,22 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e. Kuadrat Tengah Waktu Penyimpanan} &= \frac{JK \text{ Waktu Penyimpanan}}{db \text{ Waktu Penyimpanan}} \\ &= \frac{22,27}{4} \\ &= 5,57 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{f. Kuadrat Tengah Interaksi} &= \frac{JK \text{ Intekraksi}}{db \text{ Intekraksi}} \\ &= \frac{1,23}{8} \\ &= 0,15 \end{aligned}$$

### E. Hasil Sidik Ragam Nilai Total Kapang dan Khamir Permen *Jelly* Belimbing Wuluh

Sumber Keragaman	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	14	33,94	2,42	864,28		
Suhu Penyimpanan (A)	2	10,44	5,22	1864,28**	3,74	6,51
Waktu Penyimpanan (B)	4	22,27	5,57	1989,28**	3,11	5,04
Interaksi (A x B)	8	1,23	0,15	53,57**	2,70	4,14
Ulangan	1	0,0107	0,0107	3,82		
Galat	14	0,0393	0,0028			
Total	29	33,99				

Keterangan : \*\* Berbeda Sangat Nyata

#### 1. Koefisien Keragaman (KK)

$$KK = \frac{\sqrt{KT \text{ Galat}}}{\text{rata-rata}} \times 100\%$$

$$KK = \frac{\sqrt{0,0028}}{1,74} \times 100\%$$

$$KK = 3,04\%$$

Nilai koefisien keragaman sebesar 3,04% (<5%), maka dilakukan uji lanjut yaitu Uji Beda Nyata Jujur (BNJ)

#### Uji Beda Nyata Jujur Suhu Penyimpanan Taraf 5% :

$$BNJ_a = q_{a(p; \text{db Galat})} \times \sqrt{\frac{KT \text{ Galat}}{r}}$$

$$= q_{0,05(3; 14)} \times \sqrt{\frac{0,0028}{2}} = 3,70 \times 0,0372 = 0,1376$$

#### Uji Beda Nyata Jujur Suhu Penyimpanan Taraf 1% :

$$BNJ_a = q_{a(p; \text{db Galat})} \times \sqrt{\frac{KT \text{ Galat}}{r}}$$

$$= q_{0,01(3; 14)} \times \sqrt{\frac{0,0028}{2}} = 4,90 \times 0,0372 = 0,1823$$

## 2. Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Angka Total Kapang dan Khamir Permen *Jelly Belimbing Wuluh*

Taraf Nyata 5%

1,93	3,76	4,78
a	b	c

Taraf Nyata 1%

1,93	3,76	4,78
a	b	c

### Hasil Uji BNJ Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Angka Total Kapang dan Khamir Permen *Jelly Belimbing Wuluh*

Suhu Penyimpanan (°C)	Rata-rata Nilai Total Kapang dan Khamir (log CFU/g)	Taraf	
		5%	1%
15	1,93	a	a
35	3,76	b	b
25	4,78	c	c

Keterangan : huruf yang sama pada kolom taraf nyata menunjukkan bahwa angka di kolom rata-rata nilai total kapang dan khamir tidak berbeda nyata

#### Uji Beda Nyata Jujur Waktu Penyimpanan Taraf 5% :

$$BNJ_a = q_{\alpha(p; db \text{ Galat})} \times \sqrt{\frac{KT \text{ Galat}}{r}}$$

$$= q_{0,05(5; 14)} \times \sqrt{\frac{0,0028}{2}}$$

$$= 4,41 \times 0,0372$$

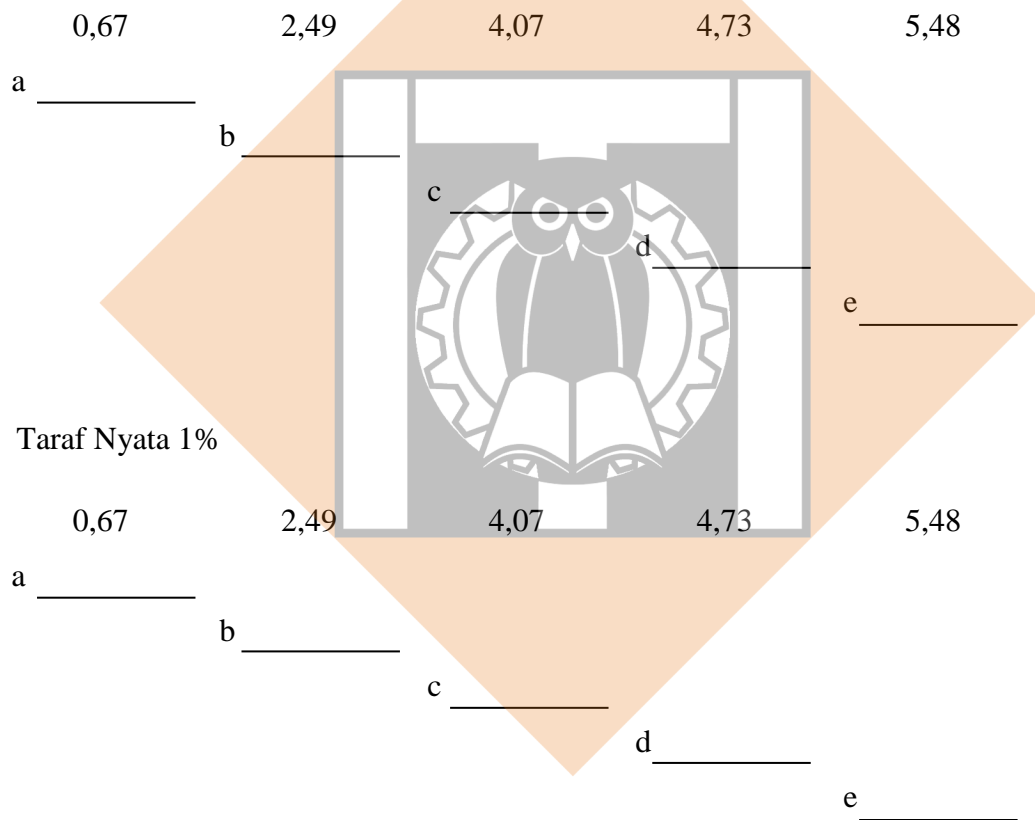
$$= 0,1640$$

**Uji Beda Nyata Jujur Waktu Penyimpanan Taraf 1% :**

$$\begin{aligned}
 \text{BNJ}_a &= q_{\alpha(p; \text{db Galat})} \times \sqrt{\frac{KT \text{ Galat}}{r}} \\
 &= q_{0,01(5; 14)} \times \sqrt{\frac{0,0028}{2}} \\
 &= 5,63 \times 0,0372 \\
 &= 0,2094
 \end{aligned}$$

**3. Pengaruh Waktu Penyimpanan Terhadap Angka Total Kapang dan Khamir Permen *Jelly* Belimbing Wuluh**

Taraf Nyata 5%



**Hasil Uji BNJ Pengaruh Waktu Penyimpanan Terhadap Angka Total Kapang dan Khamir Permen *Jelly* Belimbing Wuluh**

Waktu Penyimpanan (hari)	Rata-rata Nilai Total Kapang dan Khamir (log CFU/g)	Taraf	
		5%	1%
0	0,67	a	a
7	2,49	b	b
14	4,07	c	c
21	4,73	d	d
28	5,48	e	e

Keterangan : huruf yang sama pada kolom taraf nyata menunjukkan bahwa angka di kolom rata-rata nilai total kapang dan khamir tidak berbeda nyata

**Uji Beda Nyata Jujur Interaksi Suhu dan Waktu Penyimpanan Taraf 5% :**

$$\begin{aligned}
 \text{BNJ}_a &= q_{\alpha(p; \text{db Galat})} \times \sqrt{\frac{KT \text{ Galat}}{r}} \\
 &= q_{0,05(15; 14)} \times \sqrt{\frac{0,0028}{2}} \\
 &= 5,71 \times 0,0372 \\
 &= 0,2124
 \end{aligned}$$

**Uji Beda Nyata Jujur Interaksi Suhu dan Waktu Penyimpanan Taraf 1% :**

$$\begin{aligned}
 \text{BNJ}_a &= q_{\alpha(p; \text{db Galat})} \times \sqrt{\frac{KT \text{ Galat}}{r}} \\
 &= q_{0,01(15; 14)} \times \sqrt{\frac{0,0028}{2}} \\
 &= 7,05 \times 0,0372 \\
 &= 0,2623
 \end{aligned}$$

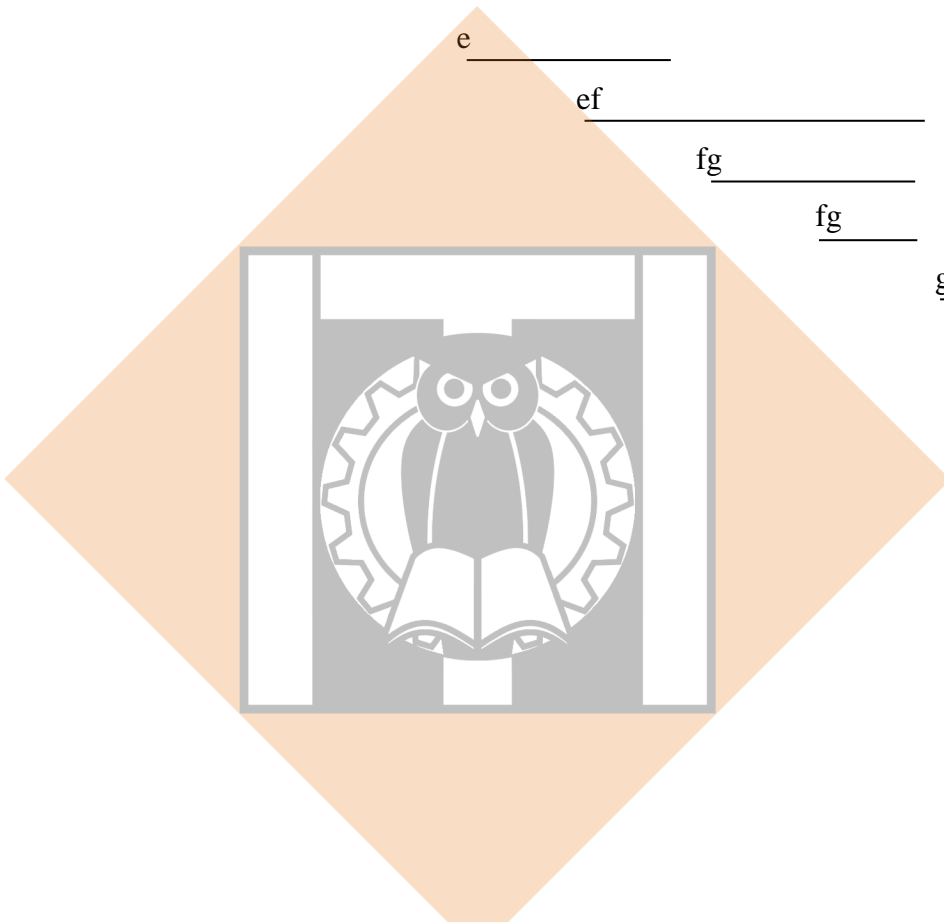
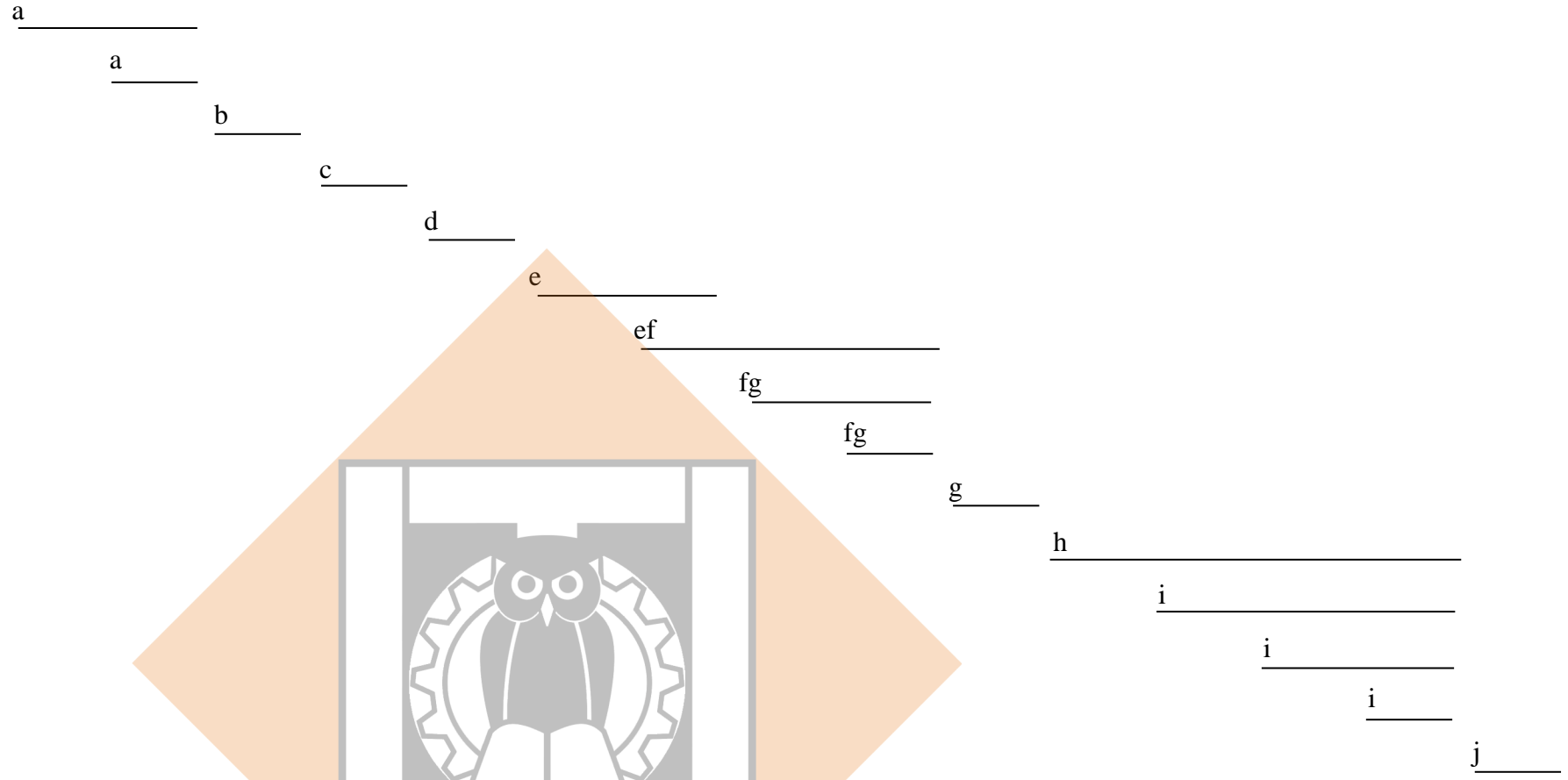


**Pengaruh Interaksi Suhu dan Waktu Penyimpanan Terhadap Angka Total Kapang dan Khamir Permen *Jelly* Belimbing Wuluh Taraf 5%**

	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,30</b>	<b>0,70</b>	<b>1,17</b>	<b>1,61</b>	<b>1,69</b>	<b>1,86</b>	<b>1,87</b>	<b>1,96</b>	<b>2,49</b>	<b>2,94</b>	<b>2,97</b>	<b>3,00</b>	<b>3,41</b>
<b>0,00</b>	0,00														
<b>0,00</b>	0,00	0,00													
<b>0,30</b>	0,30	0,30	0,00												
<b>0,70</b>	0,70	0,70	0,40	0,00											
<b>1,17</b>	1,17	1,17	0,87	0,48	0,00										
<b>1,61</b>	1,61	1,61	1,31	0,91	0,44	0,00									
<b>1,69</b>	1,69	1,69	1,39	0,99	0,52	0,08	0,00								
<b>1,86</b>	1,86	1,86	1,56	1,16	0,69	0,25	0,17	0,00							
<b>1,87</b>	1,87	1,87	1,57	1,18	0,70	0,26	0,18	0,01	0,00						
<b>1,96</b>	1,96	1,96	1,66	1,26	0,79	0,35	0,27	0,10	0,09	0,00					
<b>2,49</b>	2,49	2,49	2,19	1,79	1,31	0,88	0,80	0,63	0,61	0,53	0,00				
<b>2,94</b>	2,94	2,94	2,64	2,25	1,77	1,33	1,25	1,08	1,07	0,98	0,46	0,00			
<b>2,97</b>	2,97	2,97	2,67	2,27	1,80	1,36	1,28	1,11	1,10	1,01	0,48	0,03	0,00		
<b>3,00</b>	3,00	3,00	2,70	2,30	1,82	1,38	1,30	1,13	1,12	1,03	0,51	0,05	0,03	0,00	
<b>3,41</b>	3,41	3,41	3,11	2,71	2,23	1,79	1,71	1,54	1,53	1,44	0,92	0,46	0,44	0,41	0,00

**Taraf Nyata 5%**

0,00    0,00    0,30    0,70    1,17    1,61    1,69    1,86    1,87    1,96    2,49    2,94    2,97    3,00    3,41

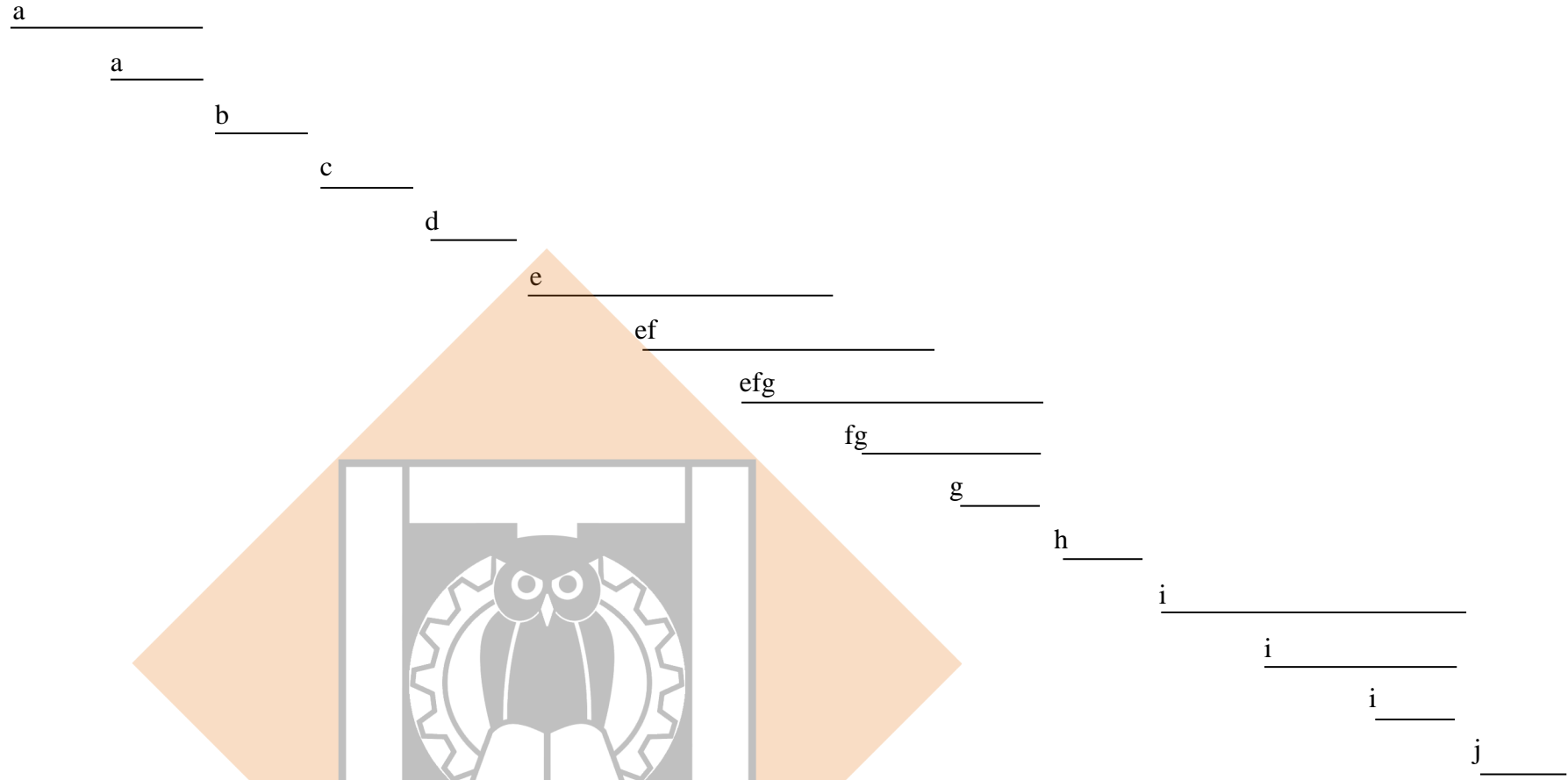


**Pengaruh Interaksi Suhu dan Waktu Penyimpanan Terhadap Angka Total Kapang dan Khamir Permen *Jelly* Belimbing Wuluh Taraf 1%**

	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,30</b>	<b>0,70</b>	<b>1,17</b>	<b>1,61</b>	<b>1,69</b>	<b>1,86</b>	<b>1,87</b>	<b>1,96</b>	<b>2,49</b>	<b>2,94</b>	<b>2,97</b>	<b>3,00</b>	<b>3,41</b>
<b>0,00</b>	0,00														
<b>0,00</b>	0,00	0,00													
<b>0,30</b>	0,30	0,30	0,00												
<b>0,70</b>	0,70	0,70	0,40	0,00											
<b>1,17</b>	1,17	1,17	0,87	0,48	0,00										
<b>1,61</b>	1,61	1,61	1,31	0,91	0,44	0,00									
<b>1,69</b>	1,69	1,69	1,39	0,99	0,52	0,08	0,00								
<b>1,86</b>	1,86	1,86	1,56	1,16	0,69	0,25	0,17	0,00							
<b>1,87</b>	1,87	1,87	1,57	1,18	0,70	0,26	0,18	0,01	0,00						
<b>1,96</b>	1,96	1,96	1,66	1,26	0,79	0,35	0,27	0,10	0,09	0,00					
<b>2,49</b>	2,49	2,49	2,19	1,79	1,31	0,88	0,80	0,63	0,61	0,53	0,00				
<b>2,94</b>	2,94	2,94	2,64	2,25	1,77	1,33	1,25	1,08	1,07	0,98	0,46	0,00			
<b>2,97</b>	2,97	2,97	2,67	2,27	1,80	1,36	1,28	1,11	1,10	1,01	0,48	0,03	0,00		
<b>3,00</b>	3,00	3,00	2,70	2,30	1,82	1,38	1,30	1,13	1,12	1,03	0,51	0,05	0,03	0,00	
<b>3,41</b>	3,41	3,41	3,11	2,71	2,23	1,79	1,71	1,54	1,53	1,44	0,92	0,46	0,44	0,41	0,00

**Taraf Nyata 1%**

0,00    0,00    0,30    0,70    1,17    1,61    1,69    1,86    1,87    1,96    2,49    2,94    2,97    3,00    3,41



**Hasil Uji BNJ Pengaruh Interaksi Suhu dan Waktu Penyimpanan Terhadap  
Angka Total Kapang dan Khamir Permen *Jelly* Belimbing Wuluh**

Waktu Penyimpanan (hari)	Suhu Penyimpanan (°C)	Rata-rata Nilai Total Kapang dan Khamir (log CFU/g)	Taraf	
			5%	1%
0	15	0,00	a	a
7	15	0,00	a	a
0	35	0,30	b	b
0	25	0,70	c	c
14	15	1,17	d	d
21	15	1,61	e	e
7	35	1,69	ef	ef
28	15	1,86	fg	efg
7	25	1,87	fg	fg
14	35	1,96	g	g
21	35	2,49	h	h
28	35	2,94	i	i
14	25	2,97	i	i
21	25	3,00	i	i
28	25	3,41	j	j

Keterangan : huruf yang sama pada kolom taraf nyata menunjukkan bahwa angka di kolom rata-rata nilai total kapang dan khamir tidak berbeda nyata

### Lampiran 3. Perhitungan Statistik Analisis Vitamin C

#### A. Rekapitulasi Data Hasil Titrasi Analisis Vitamin C Permen *Jelly Belimbing* Wuluh

Perlakuan		Ulangan (mg/g)		$\Sigma X_j$	$\Sigma X^2_{ij}$	$X_j^2$	Rata-rata
Waktu Penyimpanan (hari)	Suhu Penyimpanan (°C)	I	II				
0	15	10,56	10,56	21,12	223,03	446,05	10,56
	25	10,56	10,56	21,12	223,03	446,05	10,56
	35	10,56	10,56	21,12	223,03	446,05	10,56
7	15	10,56	10,56	21,12	223,03	446,05	10,56
	25	9,68	9,68	19,36	187,40	374,81	9,68
	35	9,68	8,80	18,48	171,14	341,51	9,24
14	15	9,68	10,56	20,24	205,22	409,66	10,12
	25	9,68	8,80	18,48	171,14	341,51	9,24
	35	8,80	8,80	17,60	154,88	309,76	8,80
21	15	9,68	9,68	19,36	187,40	474,81	9,68
	25	8,80	8,80	17,60	154,88	309,76	8,80
	35	8,80	7,92	16,72	140,17	279,56	8,36
28	15	9,68	8,80	18,48	171,14	341,51	9,24
	25	7,92	8,80	16,72	140,17	279,56	8,36
	35	7,92	7,92	15,84	125,45	250,91	7,92
$\Sigma Y_j$		142,56	140,80	283,36		5397,57	9,45
$\Sigma Y^2_{ij}$		1366,04	1335,07		2701,11		
$Y_j^2$		20323,35	19824,64	40147,99			

#### B. Pengaruh Suhu dan Waktu Penyimpanan pada Nilai Kadar Vitamin C Permen *Jelly Belimbing* Wuluh

Suhu Penyimpanan (°C)	Waktu Pengeringan (hari)					Total	Rata-rata
	0	7	14	21	28		
15	21,12	21,12	20,24	19,36	18,48	100,32	20,06
25	21,12	19,36	18,48	17,60	16,72	93,28	18,66
35	21,12	18,48	17,60	16,72	15,84	89,76	17,95
<b>Total</b>	63,36	58,96	56,32	53,68	51,04	<b>283,36</b>	
<b>Rata-rata</b>	21,12	19,65	18,77	17,89	17,01		

## C. Sidik Ragam Analisis Kadar Vitamin C

### 1. Derajat Bebas (db)

- a. db Total = (jumlah ulangan x jumlah perlakuan) – 1  
 = (2 x 15) – 1  
 = 29
- b. db Ulangan = Jumlah Ulangan – 1  
 = 2 – 1  
 = 1
- c. db Perlakuan = Jumlah Perlakuan – 1  
 = 15 – 1  
 = 14
- d. db Galat = db Total – db Ulangan – db Perlakuan  
 = 29 – 1 – 14  
 = 14
- e. db Suhu Penyimpanan (A) = Jumlah Taraf A – 1  
 = 3 – 1  
 = 2
- f. db Suhu Penyimpanan (B) = Jumlah Taraf B – 1  
 = 5 – 1  
 = 4
- g. db Interaksi = (Jumlah Taraf A – 1) x (Jumlah Taraf B – 1)  
 = (3 – 1) x (5 – 1)  
 = 2 x 4  
 = 8

### 2. Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{(Total\ Umum)^2}{(Jumlah\ Ulangan\ x\ Jumlah\ Perlakuan)}$$

$$FK = \frac{(283,36)^2}{(2\ x\ 15)}$$

$$FK = 2676,4297$$

### 3. Jumlah Kuadrat (JK)

$$\begin{aligned} \text{a. Jumlah Kuadrat Total (JKT)} &= \text{Total Jumlah Kuadrat} - \text{Faktor Koreksi} \\ &= 2701,1072 - 2676,4297 \\ &= 24,6775 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)} &= \frac{JK \text{ Total Perlakuan}}{Jumlah Ulangan} - \text{Faktor Koreksi} \\ &= \frac{5397,57}{2} - 2676,4297 \\ &= 22,3553 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. Jumlah Kuadrat Ulangan (JKU)} &= \frac{JK \text{ Total Ulangan}}{Jumlah Perlakuan} - \text{Faktor Koreksi} \\ &= \frac{40147,99}{15} - 2676,4297 \\ &= 0,1033 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. Jumlah Kuadrat Galat (JKG)} &= \text{JKT} - \text{JKP} - \text{JKU} \\ &= 24,6775 - 22,3553 - 0,1033 \\ &= 2,2199 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e. Jumlah Kuadrat Suhu Penyimpanan (JKA)} &= \frac{\Sigma(\text{Total Suhu Penyimpanan})^2}{(r \times b)} - \text{Faktor Koreksi} \\ &= \frac{(100,32)^2 + (93,28)^2 + (89,76)^2}{(2 \times 5)} - 2676,4297 \\ &= 5,7822 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{f. Jumlah Kuadrat Waktu Penyimpanan (JKB)} &= \frac{\Sigma(\text{Total Waktu Penyimpanan})^2}{(r \times a)} - \text{Faktor Koreksi} \\ &= \frac{(63,36)^2 + (58,96)^2 + (56,32)^2 + (53,68)^2 + 51,04^2}{(2 \times 3)} - 2676,4297 \\ &= 15,1266 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{g. Jumlah Kuadrat Interaksi} &= \text{JKP} - \text{JKA} - \text{JKB} \\ &= 22,3553 - 5,7822 - 15,1266 \\ &= 1,4455 \end{aligned}$$



#### 4. Kuadrat Tengah (KT)

$$\begin{aligned} \text{a. Kuadrat Tengah Perlakuan} &= \frac{JK \text{ Perlakuan}}{db \text{ Perlakuan}} \\ &= \frac{22,3553}{14} = 1,5968 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Kuadrat Tengah Ulangan} &= \frac{JK \text{ Ulangan}}{db \text{ Ulangan}} \\ &= \frac{0,1033}{1} = 0,1033 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. Kuadrat Tengah Galat} &= \frac{JK \text{ Galat}}{db \text{ Galat}} \\ &= \frac{2,2199}{14} = 0,1586 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. Kuadrat Tengah Suhu Penyimpanan (A)} &= \frac{JK \text{ Suhu Penyimpanan}}{db \text{ Suhu Penyimpanan}} \\ &= \frac{5,7822}{2} = 2,8911 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e. Kuadrat Tengah Waktu Penyimpanan (B)} &= \frac{JK \text{ Waktu Penyimpanan}}{db \text{ Waktu Penyimpanan}} \\ &= \frac{15,1266}{4} = 3,7817 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{f. Kuadrat Tengah Interaksi} &= \frac{JK \text{ Intekraksi}}{db \text{ Intekraksi}} \\ &= \frac{1,4455}{8} = 0,1807 \end{aligned}$$

#### D. Sidik Ragam Analisis Kadar Vitamin C

Sumber Keragaman	Derajat Bebas (dB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	14	22,3553	1,5968	10,0702		
Suhu Penyimpanan (A)	2	5,7822	2,8911	18,2326**	3,7389	6,5149
Waktu Penyimpanan (B)	4	15,1266	3,7817	23,8488**	3,1122	5,0354
Interaksi (A x B)	8	1,4455	0,1807	1,1395	2,6987	4,1399
Ulangan	1	0,1033	0,1033	0,6987		
Galat	14	2,2199	0,1586			
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>24,6775</b>				

Keterangan : \*\* Berbeda Sangat Nyata

### 1. Koefisien Keragaman (KK)

$$KK = \frac{\sqrt{KT \text{ Galat}}}{\text{rata-rata}} \times 100\%$$

$$KK = \frac{\sqrt{0,1586}}{9,45} \times 100\%$$

$$KK = 4,22\%$$

Nilai koefisien keragaman sebesar 4,22% (> 5%), maka dilakukan uji lanjut yaitu Uji Beda Nyata Jujur (BNJ)

#### Uji Beda Nyata Jujur Suhu Penyimpanan Taraf 5% :

$$\begin{aligned} BNJ_a &= q_{\alpha(p; db \text{ Galat})} \times \sqrt{\frac{KT \text{ Galat}}{r}} \\ &= q_{0,05(3; 14)} \times \sqrt{\frac{0,1586}{2}} = 3,70 \times 0,1295 = 0,4792 \end{aligned}$$

#### Uji Beda Nyata Jujur Suhu Penyimpanan Taraf 1% :

$$\begin{aligned} BNJ_a &= q_{\alpha(p; db \text{ Galat})} \times \sqrt{\frac{KT \text{ Galat}}{r}} \\ &= q_{0,01(3; 14)} \times \sqrt{\frac{0,1586}{2}} = 4,90 \times 0,1295 = 0,6345 \end{aligned}$$

### 2. Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Nilai Kadar Vitamin C Permen Jelly Belimbing Wuluh

Taraf Nyata 5%

17,95

18,66

20,06

a \_\_\_\_\_

b \_\_\_\_\_

c \_\_\_\_\_

Taraf Nyata 1%

17,95

18,66

20,06

a \_\_\_\_\_

b \_\_\_\_\_

c \_\_\_\_\_

**Hasil Uji BNJ Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Nilai Kadar Vitamin C  
Permen *Jelly Belimbing Wuluh***

Suhu Penyimpanan (°C)	Rata-rata Nilai Kadar Vitamin C (mg/g)	Taraf	
		5%	1%
35	17,95	a	a
25	18,66	b	b
15	20,06	c	c

Keterangan : huruf yang sama pada kolom taraf nyata menunjukkan bahwa angka di kolom rata-rata nilai kadar vitamin C tidak berbeda nyata

**Uji Beda Nyata Jujur Waktu Penyimpanan Taraf 5% :**

$$\begin{aligned}
 BNJ_a &= q_{\alpha(p; db Galat)} \times \sqrt{\frac{KT Galat}{r}} \\
 &= q_{0,05(5; 14)} \times \sqrt{\frac{0,0186}{2}} = 4,41 \times 0,1295 = 0,5711
 \end{aligned}$$

**Uji Beda Nyata Jujur Waktu Penyimpanan Taraf 1% :**

$$\begin{aligned}
 BNJ_a &= q_{\alpha(p; db Galat)} \times \sqrt{\frac{KT Galat}{r}} \\
 &= q_{0,01(5; 14)} \times \sqrt{\frac{0,0186}{2}} = 5,63 \times 0,1295 = 0,7290
 \end{aligned}$$

**3. Pengaruh Waktu Penyimpanan Terhadap Nilai Kadar Vitamin C Permen  
*Jelly Belimbing Wuluh***

Taraf Nyata 5%

17,01                      17,89                      18,77                      19,65                      21,12

a \_\_\_\_\_

b \_\_\_\_\_

c \_\_\_\_\_

d \_\_\_\_\_

e \_\_\_\_\_



## Lampiran 4. Perhitungan Kadar Air

### A. Data Hasil Penimbangan dan Perhitungan Analisis Kadar Air Permen *Jelly* Belimbing Wuluh

Hasil	Ulangan		
	I	II	III
Berat Cawan Kosong ( $W_0$ )	34,6744	35,7290	31,1434
Berat Cawan + Sampel Basah ( $W_1$ )	36,7662	37,7603	33,3166
Berat Cawan + Sampel Kering ( $W_2$ )	11,1506	10,6301	10,0719
Kadar Air (%)	12,2457	13,3561	10,6961

Perhitungan :

#### Simplo

$$\begin{aligned} \% \text{ Kadar Air} &= \frac{(W_1 - W_2)}{(W_1 - W_0)} \times 100\% \\ &= \frac{(36,7662 - 11,1506)}{(36,7662 - 34,6744)} \times 100\% \\ &= 12,2457\% \end{aligned}$$

#### Duplo

$$\begin{aligned} \% \text{ Kadar Air} &= \frac{(W_1 - W_2)}{(W_1 - W_0)} \times 100\% \\ &= \frac{(37,7603 - 10,6301)}{(37,7603 - 35,7290)} \times 100\% \\ &= 13,3561\% \end{aligned}$$

#### Triplo

$$\begin{aligned} \% \text{ Kadar Air} &= \frac{(W_1 - W_2)}{(W_1 - W_0)} \times 100\% \\ &= \frac{(33,3166 - 10,6961)}{(33,3166 - 31,1434)} \times 100\% \\ &= 10,6961\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata Kadar Air (\%)} &= \frac{\text{Simplo} + \text{Duplo} + \text{Triplo}}{3} \\ &= \frac{12,2457\% + 13,3561\% + 10,6961\%}{3} = 12,0093\% \end{aligned}$$

**Lampiran 5.** Pendugaan Umur Simpan Permen *Jelly* Belimbing Wuluh dengan Metode *Accelerated Shelf-Life Testing* (ASLT)

**A. Rekapitulasi Data Hasil Analisis Total Kapang dan Khamir Permen *Jelly* Belimbing Wuluh**

Suhu 15°C

	<b>Waktu Penyimpanan (x)</b>	<b>Total Kapang dan Khamir (y)</b>	<b>xy</b>	<b>x<sup>2</sup></b>
	0	0,00	0,00	0
	7	0,16	1,16	49
	14	1,17	16,44	196
	21	1,61	33,87	441
	28	1,86	52,16	784
<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>4,81</b>	<b>103,62</b>	<b>1470</b>

$$b = \frac{n \cdot \sum xy - \sum x \cdot \sum y}{n \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$= \frac{5 \times (103,62) - (70 \times 4,81)}{5 \times (1470) - (70)^2}$$

$$= 0,0739$$

$$a = \frac{\sum y - b \cdot \sum x}{n}$$

$$= \frac{4,81 - 0,0739 \times 70}{5}$$

$$= -0,0717$$

Persamaan  $y = -0,0717 + 0,0739x$

Suhu 25°C

	<b>Waktu Penyimpanan (x)</b>	<b>Total Kapang dan Khamir (y)</b>	<b>xy</b>	<b>x<sup>2</sup></b>
	0	0,70	0,00	0
	7	1,87	13,12	49
	14	2,97	41,58	196
	21	3,00	62,92	441
	28	3,41	95,38	784
<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>11,95</b>	<b>213,01</b>	<b>1470</b>

$$b = \frac{n \cdot \sum xy - \sum x \cdot \sum y}{n \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$= \frac{5 \times (213,01) - (70 \times 11,95)}{5 \times (1470) - (70)^2}$$

$$= 0,0934$$

$$a = \frac{\sum y - b \cdot \sum x}{n}$$

$$= \frac{11,95 - 0,0934 \times 70}{5}$$

$$= 1,0818$$

Persamaan  $y = 1,0818 + 0,0934x$

Suhu 35°C

	<b>Waktu Penyimpanan (x)</b>	<b>Total Kapang dan Khamir (y)</b>	<b>xy</b>	<b>x<sup>2</sup></b>
	0	0,30	0,00	0
	7	1,69	11,85	49
	14	1,96	27,49	196
	21	2,49	52,27	441
	28	2,94	82,43	784
<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>9,39</b>	<b>174,04</b>	<b>1470</b>

$$b = \frac{n \cdot \sum xy - \sum x \cdot \sum y}{n \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$= \frac{5 \cdot 174,04 - (70 \cdot 9,39)}{5 \cdot 1470 - (70)^2}$$

$$= 0,0869$$

$$a = \frac{\sum y - b \cdot \sum x}{n}$$

$$= \frac{9,39 - 0,0869 \cdot 70}{5}$$

$$= 0,6620$$

Persamaan  $y = 0,6620 + 0,0869x$ 

<b>Parameter</b>	<b>Suhu (°C)</b>	<b>Persamaan Regresi (y = a + bx)</b>
Total Kapang dan Khamir	15	$y = -0,0717 + 0,0739x$
	25	$y = 1,0818 + 0,0934x$
	35	$y = 0,6620 + 0,0869x$

**B. Nilai k dan ln k**

<b>T (°C)</b>	<b>T (K)</b>	<b>1/T</b>	<b>k (b)</b>	<b>ln k</b>
15	288,15	0,0035	0,0739	-2,6050
25	298,15	0,0034	0,0934	-2,3710
35	308,15	0,0032	0,0869	-2,4433

Keterangan : k = konstanta penurunan mutu ; T = suhu penyimpanan

**C. Nilai t atau Umur Simpan**

	<b>1/T (x)</b>	<b>ln k (y)</b>	<b>xy</b>	<b>x<sup>2</sup></b>	<b>b</b>	<b>a</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
	0,0035	-2,6050	-0,0090	0,000012			
	0,0034	-2,3710	-0,0080	0,000011			
	0,0032	-2,4433	-0,0079	0,000011			
<b>Total</b>	<b>0,0101</b>	<b>-7,4193</b>	<b>-0,0249</b>	<b>0,000034</b>	<b>-732,7589</b>	<b>-0,0136</b>	<b>0,4747</b>

$$b = \frac{n, \sum xy - \sum x, \sum y}{n, \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$= \frac{3 \times (-0,0249) - (0,0101 \times (-7,4193))}{(3 \times (0,000034) - (0,0101)^2)}$$

$$= -732,7589$$

$$a = \frac{\sum y - b, \sum x}{n}$$

$$= \frac{(-7,4193) - (-732,7589 \times (0,0101))}{3}$$

$$= -0,0136$$

Persamaan :

$$y = a + bx$$

$$y = -0,0136 + -732,7589x$$

$$\ln k = \ln k_0 - E/R, (1/T)$$

$$\ln k = -0,0136 - 732,7589 (1/T)$$

**dari persamaan diatas dapat diperoleh nilai E (Energi Aktivasi) dan nilai ln k<sub>0</sub>**

$$-E/R = -732,7589$$

$$E/R = 732,7589 \rightarrow R = 1,986 \text{ kal/mol (konstanta gas)}$$

$$E = 732,7589 \times 1,986 \text{ kal/mol}$$

$$E = 1455,2591 \text{ kal/mol}$$

Nilai k<sub>0</sub> diperoleh dari :

$$\ln k_0 = -0,0136$$

$$k_0 = 0,9865$$

Dengan demikian laju peningkatan Total Kapang dan Khamir adalah :

$$k = k_0 \times e^{-\frac{E}{RT}}$$

$$k = 0,9865 \times e^{-732,7589 \times \frac{1}{T}}$$



Suhu (°C)	Nilai k
15	0,0739
25	0,0934
35	0,0869

Perhitungan Umur Simpan berdasarkan ordo satu adalah :

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

Ket :

$A_0$  = nilai kritis total kapang dan khamir

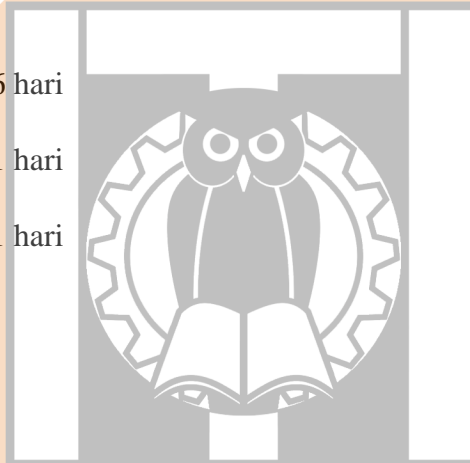
$A_t$  = nilai total kapang dan khamir awal

$k$  = laju peningkatan total kapang dan khamir


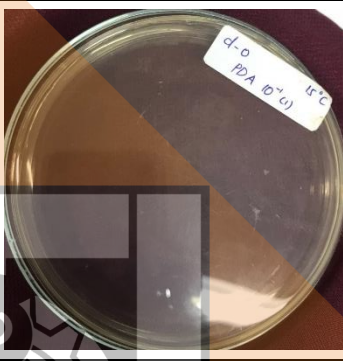
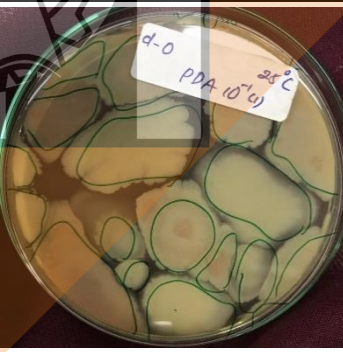
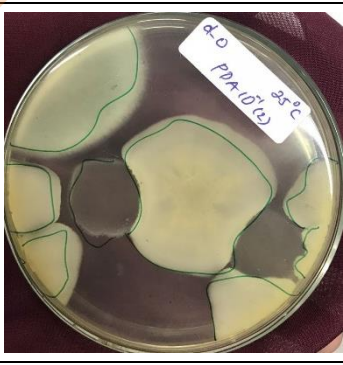
$$t \text{ suhu } 15^\circ\text{C} = \frac{2 - 0}{0,0739} = 27,06 \text{ hari}$$

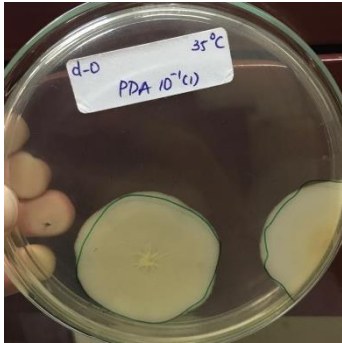
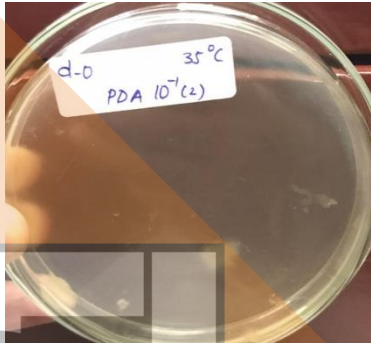
$$t \text{ suhu } 25^\circ\text{C} = \frac{2 - 0}{0,0934} = 21,41 \text{ hari}$$

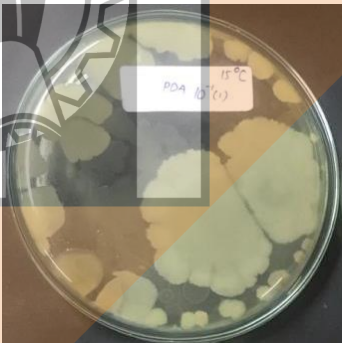

$$t \text{ suhu } 35^\circ\text{C} = \frac{2 - 0}{0,0869} = 23,01 \text{ hari}$$

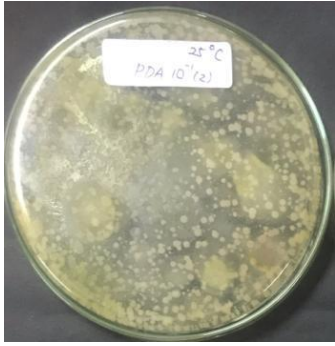
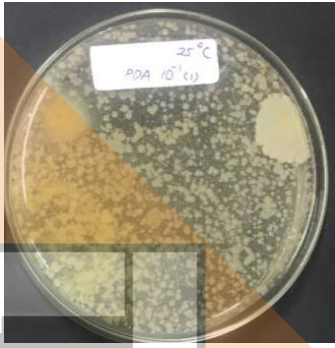


**Lampiran 6. Dokumentasi Hasil Pengamatan Nilai Total Kapang dan Khamir**

Waktu Penyimpanan (hari)	Suhu Penyimpanan (°C)
0	15
	
0	
	Waktu Penyimpanan (hari)
0	25
	
0	

Waktu Penyimpanan (hari)	Suhu Penyimpanan (°C)
0	35
	
0	35
	

Waktu Penyimpanan (hari)	Suhu Penyimpanan (°C)
28	15
	
28	15
	

Waktu Penyimpanan (hari)	Suhu Penyimpanan (°C)
28	25
	
	

Waktu Penyimpanan (hari)	Suhu Penyimpanan (°C)
28	35
	