

**PENENTUAN UMUR SIMPAN LEMANG LAHAT DALAM  
KEMASAN AKTIF SILIKA GEL MENGGUNAKAN METODE ASLT  
(ACCELERATED SHELF LIFE TEST)**

***ESTIMATION OF LAHAT LEMANG SHELF LIFE IN SILICA GEL  
ACTIVE PACKAGING BY ASLT (ACCELERATED SHELF LIFE TEST)  
METHOD***

**Melati Pratama\* dan Arief Marna Sonjaya**

Program Studi Seni Kuliner Politeknik Pariwisata Palembang

\*Email korespondensi: melatipratama07002@gmail.com

Diterima 23-09-2022, diperbaiki 01-05-2023, disetujui 21-05-2023

**ABSTRACT**

*The objective of this research was to determine the shelf life of lemong by using the parameters of water content, the characteristic of organoleptic (color, texture, aroma, taste), and microbial growth parameters. The design used in this research was a Factorial Completely Randomized Design (FCRD) with two factors, weight of silica gel (0,1,3 and 5 gs) and storage time (0,3,5 and 7 days). The method used to calculate shelf life was ASLT (Accelerated Shelf Life Test) using water content, organoleptic value, and microbial growth data (Total Plate Number). This research showed a decrease in water content, a decrease in the level of organoleptic liking (color, texture, aroma, and taste), and an increase in the number of lemong microorganisms at various treatments during storage. Based on the parameters of water content, color, texture, aroma, and taste, lemong had a maximum shelf life of 3 days. Lemong with 0 g treatment had a shelf life of 3 days only from the color preference level, while lemong with 3 g treatment had a shelf life of 3 days from color, texture, aroma, and taste preference levels. Lemong with 1 g treatment had a shelf life of 3 days from color, texture, and taste preference level. Lemong with 5 g treatment had a shelf life of 3 days from color, aroma, and taste.*

**Keywords:** active packaging, ASLT, lemong, silica gel

**ABSTRAK**

Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan umur simpan lemong baik dari parameter kadar air, penilaian organoleptik (warna, tekstur, aroma, rasa) dan pertumbuhan mikroorganisme. Rancangan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF) dengan 2 faktorial yaitu berat/konsentrasi silika gel (0 g, 1 g, 3 g dan 5 g) dan waktu penyimpanan (0 hari, 3 hari, 5 hari dan 7 hari). Metode yang digunakan untuk menghitung umur simpan adalah ASLT (*Accelerated Shelf Life Test*) dengan menggunakan data kadar air, penilaian organoleptik dan jumlah mikroorganisme (Angka Lempeng Total). Hasil penelitian menunjukkan terjadi penurunan kadar air, penurunan tingkat kesukaan organoleptik (warna, tekstur, aroma dan rasa), dan peningkatan jumlah mikroorganisme lemong pada berbagai perlakuan selama penyimpanan. Berdasarkan parameter kadar air, warna, tekstur, aroma dan rasa lemong memiliki umur simpan maksimum 3 hari. Lemong dengan perlakuan silika gel 0 g memiliki umur simpan 3 hari hanya dari tingkat kesukaan warna, sedangkan untuk keempat parameternya (warna, tekstur, aroma dan rasa) terdapat pada perlakuan silika gel 3 g. Lemong dengan perlakuan silika gel 1 g memiliki umur simpan selama 3 hari untuk tingkat kesukaan

terhadap warna, tekstur dan rasa. Lemang dengan perlakuan silika gel 5 g memiliki umur simpan selama 3 hari untuk tingkat kesukaan terhadap warna, aroma dan rasa.

**Kata kunci:** ASLT, kemasan aktif, lemang, silika gel

## PENDAHULUAN

Lemang adalah salah satu kuliner khas Melayu yang dibuat dari beras ketan. Salah satu daerah penghasil lemang adalah Kabupaten Lahat, yang terletak 273 km dari Kota Palembang (Sonjaya et al., 2020). Di Kabupaten Lahat, lemang ini dijadikan sebagai oleh-oleh. Lemang Kabupaten Lahat memiliki ciri khas yaitu menggunakan bambu kapal (*Gigantochloa scortechinii* Gamble) sebagai media pengolahan dan kemasan primer.

Beberapa penelitian mengenai *active packaging* dan lemang telah banyak dilakukan diantaranya tentang analisis kepuasan konsumen terhadap lemang Bengkulu (Jayadi, Marniza, & Effendi, 2018). Penggunaan etilen *scavenger* untuk kemasan aktif buah segar (Gaikwad et al., 2019), Penggunaan antioksidan pada polyamide untuk daging cincang segar (Borzi et al., 2019), Penggunaan *edible film/coating* sebagai kemasan aktif untuk daging dan turunannya (Umaraw et al., 2020). Penggunaan teknologi nano untuk kemasan makanan (Chaudhary, Fatima, & Kumar, 2020), Penggunaan pewarna alami pada aplikasi kemasan cerdas pada makanan (Priyadarshi et al., 2021), Enkapsulasi minyak esensial dapat digunakan sebagai bahan *active packaging* (Mukurumbira et al., 2022), dan penggunaan silika gel sebagai kemasan aktif pada kerusakan Lemang (Pratama & Sonjaya 2023).

Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, penelitian mengenai penggunaan silika gel sebagai bahan aktif pada kemasan lemang telah dilakukan. Lemang memiliki kelemahan yaitu tidak dapat bertahan lama, sehingga dilakukan perpanjangan umur simpan menggunakan silika gel sebagai kemasan aktif. Hasil penelitian pada analisis ANOVA (*Analysis of variance*)

dan BNT (Beda Nyata Terkecil) menunjukkan bahwa perlakuan terbaik berdasarkan penilaian organoleptik adalah penggunaan silika gel 0 g yaitu selama 5 hari (Pratama & Sonjaya, 2022).

Organoleptik adalah sebuah pengujian terhadap makanan yang menggunakan indra manusia sebagai alat utama pengukuran (Gusnadi et al., 2021). Kekurangan dan kelemahan dari organoleptik adalah sifat inderawi yang tidak dapat dideskripsikan, dan dipengaruhi oleh sifat baik mental maupun fisik yang membuat panelis mengalami kejenuhan dan tingkat kepekaan menjadi menurun atau hasil dapat menjadi bias (Safitry et al., 2021).

Adanya permasalahan tersebut menjadi penyebab untuk dilakukan kajian lebih lanjut mengenai pendugaan umur simpan lemang dalam kemasan aktif sebagai validasi dari penelitian sebelumnya. Pendugaan umur simpan menjadi hal yang sangat penting bagi suatu makanan. Hal ini sebagai salah satu upaya untuk menjaga keamanan makanan seperti yang diamanatkan dalam Undang-Undang Nomor 7 Tahun 1996. Pendugaan umur simpan yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah menggunakan ASLT (*Accelerate Shelf Life Test*).

Asiah et al. (2018) menyatakan terdapat dua metode pendugaan umur simpan yaitu *direct method* dan *indirect method*. *Direct method* atau ESS (*Extended Storage Studies*) adalah pendugaan umur simpan yang dilakukan dengan cara meletakkan produk pada ruang penyimpanan dengan kondisi tertentu dan selama waktu tertentu, kemudian dilakukan pengecakan secara berkala. Sedangkan *indirect method* atau ASLT (*Accelerate Shelf Life Test*) adalah dilakukan dengan menempatkan produk pada ruangan yang

dapat mempercepat kerusakan makanan (suhu atau kelembaban/RH).

Metode ASLT dipilih karena perlakuan pada penelitian adalah modifikasi kelembaban dan kadar air Lemang didalam bambu dengan menggunakan silika gel. Berdasarkan latar belakang tersebut maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui umur simpan lemang dalam kemasan aktif silika gel melalui kadar air, sensori dan jumlah mikroba lemang.

## METODE PENELITIAN

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari bahan persiapan sampel dan bahan analisis. Bahan persiapan sampel terdiri dari *cup plastic*, lemang Kabupaten Lahat dan silika gel natural dengan spesifikasi 1 g/sachet yang diperoleh dari toko bahan kimia Sari Dunia Palembang. Bahan analisis terdiri dari *Anaerobic indicator strips*, *Bacto agar*, *Fluid thioglycolate medium*, Gas pack, kertas tisu, Larutan *butterfield's phosphate buffered*, larutan penyangga pH 4, larutan penyangga pH 6,6, larutan penyangga pH 10, *Mineral oil*, *Nutrient agar*, *Peptone water*, *Plate count agar*, *Tryptic soy agar*.

Alat yang digunakan dalam penelitian terdiri alat persiapan sampel dan alat analisis. Alat persiapan sampel terdiri dari gunting dan lakban bening. Alat analisis diantaranya cawan aluminium, oven merek Binder model VD-23#04-60575 kapasitas 500 g, pengaduk gelas, pH meter merek APERA, piring, pisau, timbangan digital merek Joil (0,01 g).

### Penggunaan Kemasan Aktif Silika Gel dan Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan ASLT model Arrhenius. Pengujian dilakukan dengan cara menyimpan lemang di dalam bambu pada suhu 32°C. Lemang yang digunakan sebagai sampel adalah jenis lemang gemuk, yang diambil secara

langsung dari salah UMKM lemang di Desa Tanjung Sirih milik ibu Dini.

Pada ujung bambu diberikan perlakuan dengan meletakkan silika gel melalui cup plastik yang dilapisi aluminium foil. Tujuan pemberian perlakuan adalah untuk merekayasa kelembaban/ RH agar dapat mempercepat reaksi kerusakan lemang. Variasi berat silika gel yang digunakan yaitu 0 g, 1 g, 3 g dan 5 g. Setelah diberi perlakuan, lemang disimpan selama 0 hari, 3 hari, 5 hari dan 7 hari. Penentuan lama penyimpanan didasarkan pada penelitian terdahulu yaitu berdasarkan hasil penelitian Pratama & Sonjaya (2022), lemang dengan penambahan daun pandan dapat bertahan hingga 5 hari penyimpanan dalam posisi bambu dibalik.

Parameter yang diuji untuk pendugaan umur simpan metode ASLT model Arrhenius yaitu menggunakan data kadar air, uji hedonik dari 30 panelis tidak terlatih (pembeli lemang) dan angka lemeng total (ALT).

### Pengujian Kadar Air (SNI 2891-1992)

Pengujian kadar air lemang menggunakan metode thermogravimetri (AOAC, 2005). Pengukuran kadar air dilakukan sesuai dengan SNI 2891-1992 yaitu sampel lemang ditimbang sebanyak 1-2 g, kemudian dipanaskan di dalam oven selama 3 jam, didinginkan selama 15 menit dan ditimbang kembali. Persentase kadar air dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar air} = (W_0/W_1) \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

$W_0$  = berat sebelum dipanaskan (g)

$W_1$  = berat setelah dipanaskan (g)

### Pengujian Sensori (SNI 01-2346-2006)

Pengujian sensori atau yang disebut dengan uji organoleptik adalah pengukuran mutu produk menggunakan panca indra manusia baik penampakan, tekstur, rasa dan aroma (Basri, 2015). Jenis uji yang digunakan adalah uji hedonik. Pengujian

hedonik pada penelitian ini merujuk pada SNI 01-2346-2006. Uji hedonik lemak dilakukan dengan memberikan penilaian terhadap warna, tekstur, aroma dan rasa lemak dengan angka 1 apabila sangat tidak suka, angka 2 apabila tidak suka, angka 3 apabila biasa saja, angka 4 apabila suka, angka 5 apabila sangat suka,

#### **Pengujian pH lemak (SNI 6989: 2019)**

Prinsip pengukuran pH adalah berdasarkan aktivitas ion hydrogen secara potensiometri dengan menggunakan pH meter. Pengukuran pH lemak dilakukan dengan mengukur pH air dari lemak yang dihasilkan akibat *sineresis*. Pengukuran pH dilakukan sesuai dengan SNI 6989: 2019 yaitu elektroda pH meter dibilas terlebih dahulu sebelum digunakan dan dikeringkan dengan tisu. Kemudian, elektroda dicelupkan ke dalam air lemak sampai alat menunjukkan pembacaan yang stabil. Angka stabil yang ditunjukkan oleh alat dicatat dan dibilas kembali elektroda yang digunakan.

#### **Pengujian Kandungan Mikroba (SNI 2897-2008)**

Pengujian kandungan mikroba dilakukan dengan mengukur ALT (Angka Lempeng Total) lemak. Pengukuran ALT merujuk pada SNI 2897-2008. Pengukuran ALT dilakukan pada semua perlakuan konsentrasi silika dan waktu penyimpanan. Berikut langkah-langkah mengukur ALT:

##### 1. Tahap persiapan

- a. Lemang sebanyak 25 g ditimbang
- b. Lemang dimasukkan ke dalam Erlenmeyer dan ditambahkan 225 mL larutan *buffer* Butterfield's *Phosphate*.
- c. Larutan kemudian dilarutkan dan dihomogenisasi selama 120 s
- d. Homogenat diambil sebanyak 10 mL dan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer yang berisi 90 mL larutan *buffer* Butterfield's *Phosphate*. Homogenisasi pada tahap ini merupakan pengenceran  $10^{-2}$

- e. Selanjutnya dilakukan pengenceran  $10^{-3}$  dengan mengambil 10 mL homogenate dari pengenceran sebelumnya dan dimasukkan ke dalam 90 mL larutan *buffer* Butterfield's *Phosphate*.
- f. Pengenceran dilakukan hingga  $10^{-5}$  dengan cara yang sama.

##### 2. Tahap Percobaan

###### 2.1 ALT pada Aerob

- a. Sebanyak 1 mL homogenate dari pengenceran  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$  diambil kemudian dimasukkan ke dalam cawan petri yang telah di sterilkan. Pengulangan dilakukan sebanyak dua kali untuk setiap kali pengenceran.
- b. Agar PCA ditambahkan ke dalam masing-masing cawan sebanyak 12-15 mL dan kemudian cawan diputar
- c. cawan diinkubasi di dalam incubator pada suhu  $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$  selama 48 jam  $\pm 2$  jam.

###### 2.2 ALT pada Anaerob

- a. Plate Count Agar (PCA) sebanyak 6 – 7 mL dituang ke cawan petri yang telah disterilkan.
- b. Setelah memadat, sebanyak 1 mL homogenate dimasukkan ke dalam cawan pada masing-masing pengenceran.
- c. TCA sebanyak 15 mL dimasukkan ke dalam cawan petri
- d. Cawan diinkubasi dalam inkubator pada posisi dibalik pada suhu  $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$  selama 48 jam  $\pm 2$  jam.

3. Koloni yang ditumbuh kemudian dicatat dan dihitung. Perhitungan ALT adalah sebagai berikut:

$$N = \frac{\sum C}{[(1 \times n_1) + (0.1 \times n_2)] \times (d)} \dots \dots (2)$$

Keterangan:

N = Jumlah mikroba (per mL atau koloni/g)

- ZC = Jumlah mikroba pada semua cawan yang dihitung (koloni);  
 $n_1$  = Jumlah cawan pada pengenceran ke-1;  
 $n_2$  = Jumlah cawan pada pengenceran ke-2;  
 $d$  = Pengenceran ke-1 yang dihitung

4. Hasil perhitungan kemudian dikonversi kedalam satuan log cfu/g.

### Pendugaan Umur Simpan

Asiah et al. (2018) menyatakan pendugaan umur simpan dilakukan dengan membuat grafik perubahan kualitas lemak terhadap waktu di excel. Grafik kemudian dibuat persamaan liniernya. Umumnya persamaannya adalah  $y = a + bx$ , dimana  $y$  adalah perubahan kualitas lemak,  $x$  adalah waktu penyimpanan,  $a$  adalah kualitas lemak awal, dan  $b$  adalah slope atau  $k$  yang merupakan laju perubahan kualitas lemak.

Berdasarkan grafik dan persamaan tersebut, ordo reaksi ditentukan dengan melihat nilai  $R^2$  yang paling tinggi atau mendekati angka 1. Untuk grafik pada ordo 0 dibuat dengan plot nilai laju perubahan mutu dengan waktu penyimpanan. Grafik penurunan kualitas pada ordo 0 dirumuskan:

$$A_t - A_0 = -kt \dots \dots \dots (3)$$

Dimana:

- $A_t$  = Nilai kadar air, warna, tekstur, aroma, rasa, jumlah mikroba lemak pada waktu  $t$   
 $A_0$  = Nilai awal kadar air, warna, tekstur, aroma, rasa, jumlah mikroba lemak  
 $k$  = laju perubahan mutu  
 $t$  = waktu penyimpanan

Grafik ordo satu dibuat dengan memploting nilai  $\ln k$  dengan  $t$ . Hubungan perubahan nilai kadar air, warna, tekstur, aroma, rasa dan jumlah mikroba dirumuskan melalui persamaan berikut:

$$\ln A_t - \ln A_0 = -kt \dots \dots \dots (4)$$

Persamaan regresi linier dibuat dengan pendekatan persamaan

$$\ln k = \ln k_0 - (E/R) (1/T) \dots \dots \dots (5)$$

Dimana:

- $k_0$  = intersep  
 $E/R$  = slope  
 $E$  = energi aktivasi  
 $R$  = 1,986 kal/mol $^\circ$ K

untuk memperoleh nilai konstanta  $k_0$  dan nilai  $E$ . Konstanta Arrhenius dihitung dengan rumus:

$$k = k_0 \cdot e^{-E/RT} \dots \dots \dots (6)$$

Pendugaan umur simpan dihitung dengan persamaan:

Waktu penyimpanan ordo nol =

$\ln (\text{Nilai mutu awal penyimpanan} - \text{Nilai mutu setelah penyimpanan}) / \text{nilai } K$

Setelah umur simpan masing-masing perlakuan diperoleh. Perlakuan terbaik ditentukan berdasarkan perlakuan yang memiliki umur simpan paling lama.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

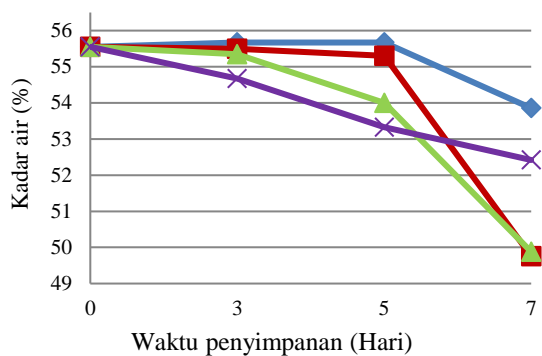
### Umur simpan berdasarkan parameter kadar air

Air adalah salah satu komponen yang terkandung dalam suatu makanan. Keberadaan air dalam makanan dinyatakan sebagai kadar air yang dimana memiliki peran terhadap aktivitas kimia dan biologis dalam makanan (Tarigan, 2021). Hasil pengukuran kadar air lemak dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Kadar air lemak pada berbagai konsentrasi silika dan waktu penyimpanan

Berat silika (g) /Waktu penyimpanan (hari)	Kadar air lemak (%)			
	0	3	5	7
0	55,55	55,67	55,67	53,85
1	55,55	55,50	55,30	49,76
3	55,55	55,35	54,00	49,88
5	55,55	54,67	53,33	52,41

Kadar air lemak pada berbagai konsentrasi silika dan waktu penyimpanan disajikan pada Gambar 1.



keterangan:

—●— control —■— 1 gram —▲— 3 gram —×— 5 gram

**Gambar 1.** Grafik penurunan kadar air lemak pada berbagai konsentrasi silika dan waktu penyimpanan

Kadar air lemak dengan perlakuan silika gel mengalami penurunan selama penyimpanan. Gambar 1 menunjukkan kadar air terendah pada hari ke-7 terdapat pada perlakuan berat silika 1 g sebesar 49,76%, dan kadar air tertinggi pada perlakuan silika 0 g sebesar 53,85%. Hal ini disebabkan pada perlakuan 0 g tidak terdapat silika gel. Silika gel adalah polimer dari asam silikat yang memiliki berat molekul yang besar besar dan bersifat higroskopis (Sriyanti et al., 2005). Silika gel berporus dengan ukuran pori rata-rata 2,4 nanometer (Fahmi & Nurfalih, 2016). Sriyanti et al. (2005) menambahkan semakin besar porositas maka proses penyerapan akan semakin besar.

Morrow & Gay (2000) menjelaskan permukaan silika gel terdiri dari dua gugus yaitu gugus silanol dan gugus siloksan. Gugus siloksan terdiri dari dua jenis yaitu Si-O-Si rantai lurus, dan gugus siloksan yang membentuk struktur lingkaran dengan empat anggota. Penyerapan air lemak oleh silika gel terjadi akibat adanya ikatan antara gugus kation  $Si^{4+}$  dengan  $-OH$  (Oscik, 1982). Fahmi & Nurfalih (2016) menambahkan reaksi silika dengan air akan menghasilkan dua gugus Si-OH.

Hasil juga menunjukkan bahwa perlakuan silika gel 1 g dan 3 g

menurunkan kadar air lemak lebih banyak dibandingkan perlakuan silika 5 g. Hal ini disebabkan luas permukaan silika gel dengan berat 1 g dan 3 g lebih banyak dibanding 5 g. Perlakuan silika gel dengan berat 5 g memiliki luas permukaan lebih sedikit karena terjadi penumpukan silika di dalam cup plastik sebagai tutup lemang.

Penumpukan luas permukaan silika oleh silika lainnya dalam cup plastik menyebabkan distribusi gugus  $Si^{4+}$  untuk berikatan dengan  $-OH$  menjadi tertutup. Oscik (1982) menjelaskan karakteristik silika gel ditentukan berdasarkan ujung gugus hidroksil. Jumlah gugus silanol dan siloksan pada silika gel tidak menjadi ukuran dari penyerapan air. Jumlah penyerapan air tergantung pada area distribusi gugus  $Si^{4+}$  untuk berikatan dengan gugus  $-OH$ . Persamaan penurunan kadar air lemak pada berbagai konsentrasi silika dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Persamaan ordo nol dan ordo satu penurunan kadar air lemak pada berbagai berat silika selama penyimpanan

Berat silika (g)	Ordo	Persamaan	R <sup>2</sup>
0	0	$Y = -0,509X + 56,46$	0,54
	1	$Y = 0,903\ln(X) + 55,90$	0,37
1	0	$Y = -1,757X + 58,42$	0,64
	1	$Y = -3,266\ln(X) + 56,59$	0,46
3	0	$Y = -1,836X + 58,28$	0,81
	1	$Y = -3,511\ln(X) + 56,48$	0,64
5	0	$Y = 1,0734X + 56,67$	0,99
	1	$Y = -2,25\ln(X) + 55,78$	0,95

Tabel 2 menunjukkan penurunan kadar air lemak terdapat pada ordo nol, karena memiliki derajat determinasi ( $R^2$ ) lebih tinggi dari pada  $R^2$  pada ordo satu. Berdasarkan ordo tersebut model Arrhenius menunjukkan umur simpan lemak berdasarkan kadar air ditunjukkan pada Tabel 3.

Perlakuan silika gel 0 g, 1 g, 3 g dan 5 g berdasarkan penurunan nilai kadar air memiliki umur simpan selama 3 hari.

**Tabel 3.** Pendugaan umur simpan lemak berdasarkan kadar air

Berat Silika (g)	Konstanta	Umur Simpan (Hari)
0	0,509	3,30
1	1,757	3,29
3	1,836	3,09
5	1,073	2,92

### Umur simpan berdasarkan organoleptik

Warna, tekstur, rasa dan aroma adalah parameter mutu suatu produk. Penilaian mutu terhadap warna, tekstur, rasa dan aroma dapat diukur dengan menggunakan panca indra manusia yang disebut dengan organoleptik. Anggraeni et al. (2013) menambahkan uji organoleptik memberikan penilaian secara spesifik terhadap suatu produk. Uji organoleptik atas penelitian ini meliputi warna, tekstur, aroma dan rasa.

### Warna

Warna memiliki fungsi yang utama dalam menentukan tampilan makanan. Makanan yang enak namun tampilan yang tidak menarik perhatian akan mengakibatkan orang menjadi tidak berselera (Kiayi, 2018). Rerata hasil pengukuran warna lemak secara organoleptik dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Rerata nilai warna lemak pada berbagai konsentrasi silika dan waktu penyimpanan

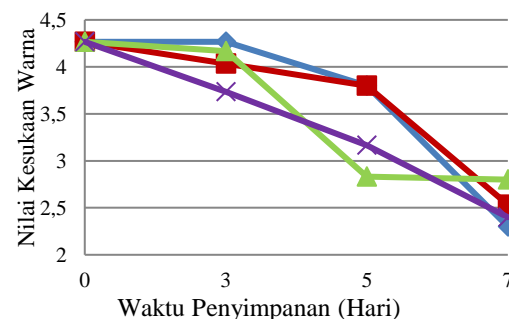
Berat silika (g) /Waktu penyimpanan (hari)	Nilai organoleptik warna lemak			
	0	3	5	7
0	4,27	4,27	3,8	2,3
1	4,27	4,03	3,8	2,53
3	4,27	4,17	2,83	2,8
5	4,27	3,73	3,17	2,4

Lemang pada hari ke-0 memiliki warna putih kehijauan. Warna hijau pada lemak diperoleh dari adanya migrasi klorofil dari daun pandan ke dalam lemak, karena daun pandan merupakan salah satu bahan dalam pembuatan lemak Desa tanjung sirih kabupaten Lahat.

Kesukaan terhadap warna lemak dengan perlakuan silika gel mengalami penurunan selama penyimpanan. Hal itu disebabkan adanya degradasi klorofil yang terdapat di dalam lemak.

Mwijie et al. (2020) menambahkan klorofil daun pandan yang digunakan dalam pembuatan lemak sangat mudah mengalami kerusakan. Salah satunya disebabkan oleh keasaman. Lemang memiliki pH 6,8 pada hari ke-0 penyimpanan dan mengalami penurunan menjadi 6,1 untuk berat 0 g silika gel pada hari ke-7. Nilai pH lemak dapat dilihat pada Tabel 14.

Kondisi asam pada lemak dibentuk oleh adanya pertumbuhan mikroba. Hal ini ditunjukkan pada Gambar 6, dimana jumlah ALT berat silika 0 g pada hari ke-0 adalah log 3,72 (cfu/g) meningkat menjadi log 4,56 (cfu/g) di hari ke-7 penyimpanan. Kesukaan warna lemak pada berbagai berat silika dan waktu penyimpanan disajikan pada Gambar 2.



keterangan:

—♦— control —■— 1 gram —▲— 3 gram —×— 5 gram

**Gambar 2.** Grafik penurunan warna lemak pada berbagai konsentrasi silika dan waktu penyimpanan

Gambar 2 menunjukkan nilai warna terendah pada hari ke-7 terdapat pada perlakuan berat silika 0 g sebesar 2,3, dan nilai warna tertinggi pada perlakuan 0,1,3 dan 5 g pada hari ke-0 sebesar 4,27. Tabel 5 menunjukkan persamaan laju penurunan warna lemak pada perlakuan 0 g, 1 g, 3 g



dan 5 g terdapat pada ordo nol karena  $R^2$  pada ordo nol menunjukkan nilai lebih tinggi dari  $R^2$  ordo satu.

**Tabel 5.** Persamaan ordo nol dan ordo satu penurunan warna lemag pada berbagai berat silika selama penyimpanan

Berat silika (g)	Ordo	Persamaan	$R^2$
0	0	$Y = -0,636X + 5,25$	0,77
	1	$Y = -1,204\ln(X) + 4,61$	0,60
1	0	$Y = -0,543X + 5,01$	0,82
	1	$Y = -1,055\ln(X) + 4,49$	0,67
3	0	$Y = -0,573X + 4,95$	0,84
	1	$Y = -1,19\ln(X) + 4,47$	0,78
5	0	$Y = -0,612 X + 4,93$	0,99
	1	$Y = -1,278\ln(X) + 4,41$	0,92

Berdasarkan ordo tersebut model Arrhenius menunjukkan umur simpan lemag berdasarkan penilaian organoleptik warna (Tabel 6).

**Tabel 6.** Pendugaan umur simpan lemag berdasarkan penilaian organoleptik warna

Berat Silika (g)	Konstanta	Umur Simpan (Hari)
0	0,636	3,09
1	0,543	3,19
3	0,573	2,56
5	0,612	3,05

Berdasarkan model Arrhenius, kesukaan konsumen terhadap warna baik berat silika 0 g, 1 g, 3 g dan 5 g mengalami penurunan. Umur simpan lemag memiliki umur simpan selama 3 hari.

### Tekstur

Tekstur adalah salah satu sifat mutu organoleptik subjektif. Tekstur lemag pada penelitian ini diukur dengan menggunakan uji hedonik, dimana para panelis memberikan penilaian terhadap lemag dengan cara ditekan.

Kerusakan tekstur ditandai dengan terjadinya penyimpangan atau penurunan konsistensi konsistensi tekstur dari keadaan normal (Mamuaja, 2016). Rerata hasil pengukuran warna lemag (Tabel 7).

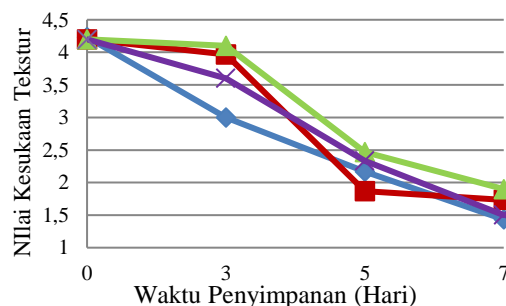
**Tabel 7.** Rerata nilai tekstur lemag pada berbagai konsentrasi silika dan waktu penyimpanan

Berat silika (g) /Waktu penyimpanan (hari)	Nilai organoleptik tekstur lemag (%)			
	0	3	5	7
0	4,2	3,00	2,17	1,43
1	4,2	3,97	1,87	1,73
3	4,2	4,1	2,47	1,90
5	4,2	3,6	2,33	1,5

Tekstur lemag dengan perlakuan silika gel mengalami penurunan selama penyimpanan. Penurunan mutu tekstur pada lemag ditandai dengan adanya perubahan konsistensi tekstur menjadi lebih lembek atau menjadi lebih keras. Pengerasan tekstur lemag disebabkan oleh terjadinya *sineresis*.

*Sineresis* adalah keluarnya air dari granula pati, setelah granula pati telah mengalami gelatinisasi dan tidak dapat kembali ke bentuk semula (Winarno, 2002). Sedangkan lembeknya tekstur lemag disebabkan oleh adanya penurunan pH lemag yaitu menjadi 6,1 selama penyimpanan (Tabel 7). Penurunan pH menyebabkan terjadinya hidrolisis asam pada granula pati (Winarno, 2002).

Nilai tekstur lemag pada berbagai konsentrasi silika dan waktu penyimpanan disajikan pada Gambar 3.



keterangan :

—●— control —■— 1 gram —▲— 3 gram —×— 5 gram

**Gambar 3.** Grafik penurunan tekstur lemag pada berbagai konsentrasi silika dan waktu penyimpanan



Gambar 3 menunjukkan nilai tekstur terendah pada hari ke-7 terdapat pada perlakuan berat silika 0 g sebesar 1,43 dan nilai tekstur tertinggi terdapat pada semua perlakuan silika gel di hari ke-0 yaitu sebesar 4,2. Persamaan ordo nol dan ordo satu penurunan tekstur lemak pada berbagai berat silika selama penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 8.

**Tabel 8.** Persamaan ordo nol dan ordo satu penurunan tekstur lemak pada berbagai berat silika selama penyimpanan.

Berat silika (g)	Ordo	Persamaan	R <sup>2</sup>
0	0	$Y = -0,923X + 5,107$	0,98
	1	$Y = -1,993\ln(X) + 4,29$	0,99
1	0	$Y = -0,95 X + 5,316$	0,86
	1	$Y = -1,979 \ln (X) + 4,51$	0,81
3	0	$Y = - 0,853X + 5,3$	0,90
	1	$Y = -1,732 \ln (X) + 4,54$	0,80
5	0	$Y = -0,937X + 5,25$	0,98
	1	$Y = -1,94 \ln (X) + 4,45$	0,91

Perlakuan 1 g, 3 g dan 5 g terdapat pada ordo nol karena R<sup>2</sup> pada ordo nol menunjukkan nilai lebih tinggi dari R<sup>2</sup> ordo satu, sedangkan perlakuan 0 g terdapat pada ordo satu. Berdasarkan ordo tersebut, model Arrhenius menunjukkan umur simpan lemak berdasarkan tekstur ditunjukkan pada Tabel 9.

**Tabel 9.** Pendugaan umur simpan lemak berdasarkan penilaian organoleptik tekstur

Berat Silika (g)	Konstanta	Umur Simpan (Hari)
0	1,993	1,4
1	0,950	2,6
3	0,853	2,7
5	0,937	1,5

Umur simpan perlakuan 0 g dan 5 g silika gel memiliki umur simpan yang lebih singkat dibanding perlakuan lainnya. Hal ini disebabkan perlakuan 0 g memiliki laju penurunan tekstur yang paling tinggi dibanding lainnya.

## Aroma

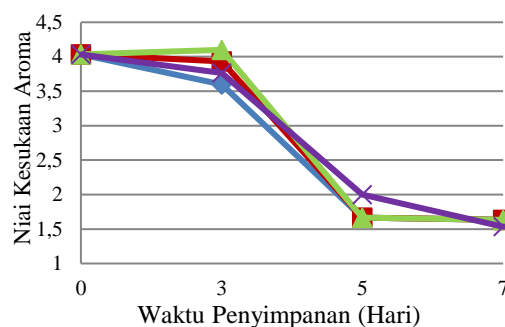
Aroma adalah salah satu indikator yang penting dalam menentukan mutu suatu produk. Winarno (2002) menyatakan aroma sangat menentukan kelezatan suatu makanan dan mempengaruhi penerimaannya.

Pengujian terhadap aroma sangat penting karena dapat menentukan diterima atau tidaknya suatu produk makanan. Rerata nilai aroma lemak pada berbagai perlakuan dapat dilihat pada Tabel 10.

**Tabel 10.** Rerata nilai aroma lemak pada berbagai konsentrasi silika dan waktu penyimpanan

Berat silika *berat/Waktu penyimpanan (hari)	Nilai organoleptik aroma lemak (%)			
	0	3	5	7
0	4,03	3,6	1,67	1,63
1	4,03	3,93	1,67	1,63
3	4,03	4,1	1,67	1,63
5	4,03	3,76	2	1,53

Aroma lemak dengan perlakuan silika gel mengalami penurunan selama penyimpanan. Nilai aroma lemak pada berbagai konsentrasi silika dan waktu penyimpanan disajikan pada Gambar 4.



keterangan:

—♦— control —■— 1 gram —▲— 3 gram —×— 5 gram

**Gambar 4.** Grafik penurunan aroma lemak pada berbagai konsentrasi silika dan waktu penyimpanan

Nilai aroma lemag terbaik yaitu pada hari ke-0 penyimpanan untuk semua perlakuan berat silika, dan terendah terdapat pada hari ke-7 penyimpanan pada perlakuan berat silika 5 g silika yaitu sebesar 1,53.

Hal ini menunjukkan bahwa silika gel tidak dapat mencegah penurunan aroma pada lemag. Penurunan aroma pada lemag ditandai dengan ketengikan.

Hal itu terjadi karena adanya kerusakan lemak pada bahan santan kelapa yang digunakan. Hal ini serupa dengan penelitian Atmaka et al. (2012), lemak yang berasal dari santan kelapa dapat mengalami kerusakan selama penyimpanan yaitu berupa bau yang tidak dikehendaki dan ketengikan.

Sari et al. (2020) menyatakan ketengikan lemak disebabkan oleh tiga hal yaitu reaksi oksidasi, ketengikan oleh enzim dan ketengikan oleh proses hidrolisis. Proses hidrolisis lemag terjadi akibat adanya air yang terkandung di dalam lemag. Hasil penelitian Pratama & Sonjaya (2023) menunjukkan penggunaan silika gel tidak memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap penurunan kadar air lemag.

Lemang dengan berbagai perlakuan silika gel memiliki kadar sebesar 55,55% pada hari ke-0, dan pada hari ke-7 memiliki kadar air 53,85% hingga 49,76%. Laju penurunan aroma lemag pada berbagai konsentrasi silika dapat dilihat pada Tabel 11.

**Tabel 11.** Persamaan ordo nol dan ordo satu penurunan aroma lemag pada berbagai berat silika selama penyimpanan.

Berat silika (g)	Ordo	Persamaan	R <sup>2</sup>
0	0	Y = -0,833X + 4,833	0,81
	1	Y = -1,778 lnX + 4,22	0,81
1	0	Y = -0,946X + 5,18	0,82
	1	Y = -1,966 lnX + 4,37	0,76
3	0	Y = -0,963X + 5,267	0,79
	1	Y = -1,98lnX + 4,43	0,72
5	0	Y = -0,926X + 5,15	0,91
	1	Y = -1,91lnX + 4,35	0,84

Tabel 11 menunjukkan persamaan laju penurunan aroma lemag. Perlakuan 1 g, 3 g dan 5 g terdapat pada ordo nol karena R<sup>2</sup> pada ordo nol menunjukkan nilai lebih tinggi dari R<sup>2</sup> ordo satu, sedangkan perlakuan 0 g terdapat pada ordo nol dan ordo satu. Berdasarkan ordo tersebut, model Arrhenius menunjukkan umur simpan lemag berdasarkan tekstur ditunjukkan pada Tabel 12.

**Tabel 12.** Pendugaan umur simpan lemag berdasarkan penilaian organoleptik aroma

Berat (g)	Silika	Konstanta	Umur Simpan (Hari)
0		0,833	1
		1,778	1
1		0,883	1
3		0,976	2,7
5		0,920	2,0

Umur simpan perlakuan 0 g dan 1 g silika gel memiliki umur simpan yang lebih singkat dibanding perlakuan lainnya.

### Rasa

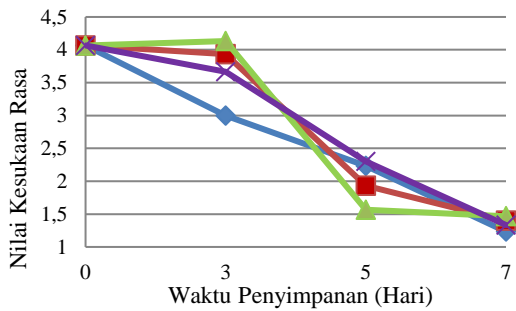
Khalisah et al. (2021) menyatakan rasa adalah salah satu indikator yang sangat penting bagi penilaian mutu suatu produk makanan. Rasa melibatkan indra pengecap (Winarno, 2002). Rerata nilai rasa lemag pada berbagai perlakuan dapat dilihat pada Tabel 13.

**Tabel 13.** Rerata nilai rasa lemag pada berbagai konsentrasi silika dan waktu penyimpanan

Berat silika/Waktu penyimpanan	Nilai organoleptik rasa lemag (%)			
	0	3	5	7
0	4,07	3	2,23	1,23
1	4,07	3,93	1,93	1,40
3	4,07	4,13	1,57	1,47
5	4,07	3,67	2,3	1,33

Rasa lemag dengan perlakuan silika gel mengalami penurunan selama penyimpanan. Nilai rasa lemag pada

berbagai konsentrasi silika dan waktu penyimpanan disajikan pada Gambar 5.



keterangan:

control 1 gram 3 gram 5 gram

**Gambar 5.** Grafik penurunan rasa lemak pada berbagai konsentasi silika dan waktu penyimpanan

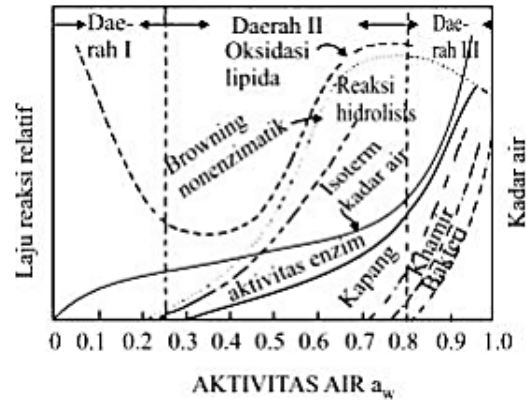
Gambar 5 menunjukkan nilai rasa terendah yaitu 1,23 pada penyimpanan ke-7 untuk perlakuan 0 g, dan tertinggi pada penyimpanan ke-0 untuk berbagai berat silika gel yaitu 4,07. Penurunan rasa lemak ditandai dengan adanya rasa asam pada lemak dihari ke-5 dan 7 penyimpanan. Konsentrasi keasaman atau pH lemak dapat dilihat pada Tabel 14.

**Tabel 14.** Konsentrasi keasaman/pH lemak pada berbagai berat silika selama penyimpanan

Berat silika (g) /Waktu penyimpanan (hari)	Nilai pH lemak			
	0	3	5	7
0	6,8	6,8	6,5	6,1
1	6,8	6,8	6,4	6,3
3	6,8	6,7	6,4	6,3
5	6,8	6,6	6,5	6,2

Hal ini menunjukkan bahwa silika gel tidak dapat mencegah perubahan rasa lemak karena kadar air lemak berkisar antara 49,76% hingga 53,85% pada hari ke-7 penyimpanan. Labuza (1977) menyatakan kadar air 40% hingga 60% memiliki kadar aw (*water activity*) 0,9 hingga 0,95. Kadar aw 0,9 – 0,95 terdapat pada daerah III yang dimana pertumbuhan

mikroba baik bakteri, kapang dan khamir akan semakin meningkat. Grafik hubungan *water activity* terhadap laju pertumbuhan mikroba dalam makanan (Gambar 6).



**Gambar 6.** Hubungan kecepatan reaksi dengan *water activity* dalam bahan makanan (Labuza, 1977)

Rorong & Wilar (2020) juga menambahkan, rasa asam yang timbul pada makanan selama penyimpanan dapat disebabkan oleh adanya pertumbuhan mikroba. Pertumbuhan jumlah mikroba dalam ALT dapat dilihat pada Tabel 16. Laju penurunan rasa lemak pada berbagai konsentrasi silika dapat dilihat pada Tabel 15.

**Tabel 15.** Persamaan ordo nol dan ordo satu penurunan rasa lemak pada berbagai berat silika selama penyimpanan.

Berat silika (g)	Ordo	Persamaan	R <sup>2</sup>
0	0	Y = -0,927X + 4,78	0,99
	1	Y = -0,961(X) + 4,19	0,97
1	0	Y = -X + 5,37	0,89
	1	Y = -1,04ln(X) + 5,4	0,80
3	0	Y = -1,107X + 5,52	0,83
	1	Y = -2,13ln(X) + 4,49	0,73
5	0	Y = -0,957X + 5,23	0,96
	1	Y = -1,95 ln(X)+4,39	0,87

Perlakuan 0 g, 1 g, 3 g dan 5 g terdapat pada ordo nol karena R<sup>2</sup> pada ordo nol menunjukkan nilai lebih tinggi dari R<sup>2</sup> ordo satu (Tabel 15). Berdasarkan ordo tersebut, model Arrhenius menunjukkan

umur simpan lemak berdasarkan tekstur (Tabel 16).

**Tabel 16.** Pendugaan umur simpan lemak berdasarkan penilaian organoleptik rasa

Berat (g)	Silika	Konstanta	Umur Simpan (Hari)
0		0,97	2,3
1		1	2,8
3		1,1	2,9
5		0,96	2,6

**Pendugaan umur simpan melalui jumlah mikroba**

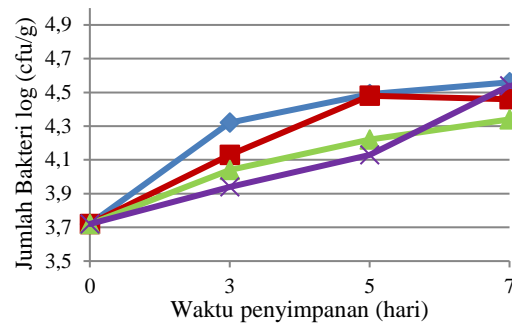
Mikroba adalah salah satu penyebab kerusakan makanan. Jenis mikroba ini adalah mikroba mesofil yaitu yang tumbuh baik pada suhu ruangan atau suhu kamar (Nardin & Hajar, 2022). Rerata jumlah mikroba lemak pada berbagai perlakuan dapat dilihat pada Tabel 17.

**Tabel 17.** Rerata jumlah mikroba lemak pada berbagai konsentrasi silika dan waktu penyimpanan

Berat silika (g)/ Waktu penyimpanan (hari)	Jumlah mikroba lemak log (cfu/g)			
	0	3	5	7
0	3,72	4,32	4,49	4,56
1	3,72	4,13	4,48	4,46
3	3,72	4,04	4,22	4,34
5	3,72	3,94	4,13	4,54

Jumlah mikroba lemak dengan perlakuan silika gel mengalami peningkatan selama penyimpanan. Hal itu menunjukkan bahwa penggunaan silika gel tidak dapat mencegah pertumbuhan mikroba pada lemak selama penyimpanan (Gambar 7).

Jumlah mikroba terendah pada hari ke-0 penyimpanan untuk berbagai perlakuan yaitu sebanyak log 3,72 (cfu/g) dan tertinggi pada penggunaan silika gel 0 g di hari ke-7 yaitu log 4,56 (cfu/g) (Gambar 7).



keterangan:

control 1 gram 3 gram 5 gram

**Gambar 7.** Grafik peningkatan jumlah mikroba lemak pada berbagai konsentrasi silika dan waktu penyimpanan

Hal itu disebabkan perlakuan silika 0 g pada hari ke-7 penyimpanan memiliki kandungan air paling tinggi dibanding lainnya yaitu 53,85%. Pasaribu & Wina (2022) menyatakan pertumbuhan mikroba dalam makanan dipengaruhi oleh faktor intrinsik dan ekstrinsik.

Faktor intrinsik adalah faktor yang berasal dari dalam baik makanan maupun mikroba diantaranya adalah pH, oksidasi-reduksi, kandungan senyawa antimikroba, kandungan nutrisi dan aktivitas air. Sedangkan faktor ekstrinsik yaitu suhu, kelembapan, dan oksigen. Laju peningkatan jumlah mikroba lemak pada berbagai konsentrasi silika (Tabel 18).

**Tabel 18.** Persamaan ordo nol dan ordo satu peningkatan jumlah mikroba lemak pada berbagai berat silika selama penyimpanan.

Berat silika (g)	Ordo	Persamaan	R <sup>2</sup>
0	0	Y = 0,27X + 36	0,83
	1	Y = 0,62ln(X) + 3,78	0,95
1	0	Y = 0,257X + 3,55	0,86
	1	Y = 0,578ln(X) + 3,74	0,95
3	0	Y = 0,204X + 3,57	0,95
	1	Y = 0,448ln(X) + 3,72	0,99
5	0	Y = 0,265X + 3,42	0,96
	1	Y = 0,542ln(X) + 3,65	0,87

Tabel 18 menunjukkan persamaan laju peningkatan jumlah mikroba lemak. Perlakuan 5 g terdapat pada ordo nol karena  $R^2$  pada ordo nol menunjukkan nilai lebih tinggi dari  $R^2$  ordo satu, sedangkan perlakuan 0 g, 1 g, dan 3 g terdapat pada ordo satu. Berdasarkan ordo tersebut, model Arrhenius menunjukkan umur simpan lemak berdasarkan jumlah mikroba ditunjukkan pada Tabel 19.

**Tabel 19.** Pendugaan umur simpan lemak berdasarkan jumlah mikroba lemak

Berat Silika (g)	Konstanta	Umur Simpan (Hari)
0	0,62	1
1	0,578	1
3	0,448	1
5	0,265	1

Umur simpan dari masing-masing parameter pada masing-masing perlakuan ditabulasi ke dalam Tabel 20.

**Tabel 20.** Pendugaan umur simpan lemak berdasarkan parameter

Berat silika (g)	Umur simpan (Hari)					
	K. air	Warna	Tekstur	Aroma	Rasa	ΣALT
0	3,3	3,09	1,4	1	2,3	1
1	3,29	3,19	2,6	1	2,8	1
3	3,09	2,56	2,7	2,7	2,9	1
5	2,92	3,05	1,5	2,6	2,6	1

Perlakuan 0 g lemak memiliki umur simpan 3 hari untuk parameter kadar air dan warna. Perlakuan 1 g silika gel memiliki umur simpan selama sekitar 3 hari untuk parameter air, warna, tekstur dan rasa. Perlakuan 3 g silika gel memiliki umur simpan selama 3 hari untuk parameter kadar air, warna, tekstur, aroma, rasa. Perlakuan 5 g memiliki umur simpan selama 3 hari untuk parameter kadar air, warna, aroma dan rasa,

## KESIMPULAN

Lemang memiliki umur simpan maksimum 3 hari baik untuk perlakuan silika gel 0 g, 1 g, 3 g dan 5 g. Lemang

dengan perlakuan silika gel 0 g hanya memiliki kesukaan dari parameter warna, sedangkan untuk keempat parameter yaitu warna, tekstur, aroma dan rasa terdapat pada perlakuan silika gel 3 g.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Politeknik Pariwisata Palembang sebagai pemberi dana penelitian, dan Dinas Kabupaten Lahat yang telah membantu dalam pencarian data dan informasi mengenai lemak Kabupaten Lahat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, A., Hasibuan, S., Malik, B., & Wijaya, R. (2013). Improving The Quality of Tofu Waste as A Source of Feed Through Fermentation Using the *Bacillus amyloliquefaciens* Culture. *International Journal of Advance Science Engineering and Information Technology*, 22-25.
- Asiah, N., Cempaka, L., & David, W. (2018). *Panduan Praktis Pendugaan Umur Simpan Produk Pangan*. Jakarta Selatan: UB Press.
- Atmaka, W., Anandito, R. K., & Amborowati, T. (2012). Penambahan Sorbitol Pada Jenang Dodol :Karakteristik Sensoris dan Perubahan Kualitas Selama Penyimpanan. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 129-138.
- Basri. (2015). *Tata Laksana Uji Organoleptik Nasi*. Aceh: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Aceh.
- Borzi, F., Torrieri, E., Wrona, M., & Nerin, C. (2019). Polyamide modified with green tea extract for fresh minced meat active packaging

- applications. *Food Chemistry*, 42-52.
- Chaudhary, P., Fatima, F., & Kumar, A. (2020). Relevance of Nanomaterials in Food Packaging and its Advanced Future Prospects. *Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials*, 5180-5192.
- Fahmi, H., & Nurfalah, A. L. (2016). Analisa Daya Serap Silika Gel Berbahan Dasar Abu Sekam Padi. *Jurnal IPTEKS Terapan*, 1-10.
- Gaikwad, K., Singh, S., & Negi, Y. S. (2019). Ethylene scavengers for active packaging of fresh food produce. *Environmental Chemistry Letters*, 269-284.
- Gusnadi, D., Taufiq, R., & Baharata, E. (2021). Uji Organoleptik dan Daya Terima pada Produk Mousse Berbasis Tapai Singkong Sebagai Komoditi UMKM di Kabupaten Bandung. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 2883 - 2888.
- Jayadi, R. P., Marniza, M., & Effendi, Z. (2018). Customer Satisfaction Analysis of Lemang Tapai Traditional at Bengkulu. *Jurnal Agroindustri*, 124-132.
- Khalisah, K., Lubis, Y., & Agustina, R. (2021). Uji Organoleptik Minuman Sari Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 594-601.
- Labuza, T. P. (1977). The Properties of Water in Relationship to Water Binding in Foods : A Review. *Food Processing and Preservation*, 167-190.
- Mamuaja, C. F. (2016). *Penagwasan Mutu dan Keamanan Pangan*. Manado: Unsrat Press.
- Morrow, B. A., & Gay, I. D. (2000). Infrared and NMR Characterization of the Silica Surface. In B. A. Morrow, & I. D. Gay, *Adsorption on Silica Surfaces* (pp. 9-34). CRC Press: New York.
- Mukurumbira, A., Shellie, R., Keast, R., Palombo, E., & Jadhav, S. (2022). Encapsulation of essential oils and their application in antimicrobial active packaging. *Food Control*, 88-83.
- Mwijie, A., Hoffman, E., & Lotze, E. (2020). Apple Peel Biochemical Changes After Foliar Application of Combined Boron And Calcium II. Photosynthetic Pigments, Total Peroxides and Photochemical Efficiency. *American Journal of Plan Science*, 939-964.
- Nardin, N., & Hajar, S. (2022). Gambaran Mikroba Pathogen pada Gorengan yang Dijual di Sekitar Jalan Abdul Kadir Kota Makassar. *Jurnal Media Laboran*, 1-5.
- Nasional, B. S. (1992). Cara Uji Makanan dan Minuman. In B. S. Nasional, *SNI 01-2891-1992* (pp. 1-131). Jakarta: BSN.
- Nasional, B. S. (2006). Petunjuk Pengujian Organoleptik dan atau sensoris. In B. S. Nasional, *SNI 01-2346-2006* (pp. 1-131). Jakarta: BSN.
- Nopita, H., Suswatiningsih, T. E., & Nurjanah, D. (2021). Potensi Pengembangan Agroindustri Lemang di Kota Bukit Tinggi. *Journal of Agribusiness Plantations*, 95-105.

- Oscik, J. (1982). *Adsorption*. New York: John Wiley & Sons.
- Pasaribu, T., & Wina, E. (2022). Komparasi Aktivitas Tiga Jenis Asap Cair Terhadap Pertumbuhan Mikroba Secara in Vitro. *Komparasi Aktivitas Tiga Jenis Asap Cair terhadap Pertumbuhan Mikroba secara In Vitro* (pp. 679-685). Bogor: IPB Press.
- Pratama, M., & Sonjaya, A. M. (2022). Pengaruh Penambahan Daun Antimikroba dan Modifikasi Penyimpanan Terhadap Organoleptik Lemang dalam Mempertahankan Umur Simpan. *Jurnal Pengolahan Pangan*, 56-66.
- Pratama, M., & Sonjaya, A. M. (2023). Effect of Using Silica Gel As Active Packaging to The Lemang Deterioration in Lahat. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 1-10.
- Priyadarshi, R., Ezati, P., & Whan Rhim, J. (2021). Recent Advances in Intelligent Food Packaging Applications Using Natural Food Colorants. *ACS Publications*, 124-138.
- Rorong, J. A., & Wilar, W. F. (2020). Keracunan Makanan Oleh Mikroba. *Techno Science Journal*, 47-60.
- Kiayi, G. S., (2018). Konsentrasi Asam Sitrat Terhadap Mutu Sari Buah Mangga Indramayu. *Gorontalo Agriculture Technology Journal*, 29-36.
- Safitry, A., Pramadani, M., Febriani, W., Achyar, A., & Fevria, R. (2021, September 1). Uji Organoleptik Tempe dari Kacang Kedelai (*Glycine max*) dan Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris*). *Prosiding Semnas Bio*, pp. 358-368.
- Sari, A. R., Martono, Y., & Rondonuwu, F. S. (2020). Identifikasi Kualitas Beras Putih (*Oryza sativa* :L) Berdasarkan Kandungan Amilosa dan Amilopektin di Pasar Tradisional dan “Selepan” Kota Salatiga. *Jurnal Ilmiah Multi Science*, 24-30.
- Sonjaya, A. M., Pratama, M., & Rahmania, T. (2021). Gastronomy Traditional Culinary "Lemang" on Tanjung Sirih - Lahat District. *Advances in Economics, Business and Management Research* (pp. 2352 - 5428). Palembang: Atlantis Press .
- Sriyanti, S., Taslimah, T., Nuryono, N., & Narsito, N. (2005). Sintesis Bahan Hibrida Amino-Silika dari Abu Sekam Padi Melalui Proses Sol-Gel. *Jurnal Kimia Sains & Aplikasi*, 1-8.
- Tarigan, I. L. (2021). *Dasar-dasar, Kimia Air, Makanan dan Minuman*. Jakarta: Media Nusa Creative (MNC Publishing).
- Umaraw, P., Munekata, P. E., Verma, A. K., Barba, F. J., Singh, V., Kumar, P., & Lorenzo, J. (2020). Edible films/coating with tailored properties for active packaging of meat, fish and derived products. *Trends in Food Science & Technology*, 10-24.
- Winarno. (2002). *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia.