



Pengaruh Kemasan Aktif Silika Gel terhadap Pertumbuhan Mikroba Lemang Tanjung Sirih

Effect of Silica Gel Active Packaging on Microbia Growth of Tanjung Sirih Lemang

Melati Pratama^{1*}, Arief Marna Sonjaya¹

¹Program Studi Seni Kuliner, Politeknik Pariwisata Palembang

Jl. Sapta Pesona No. 10, Silaberanti Seberang Ulu 1, Jakabaring, Palembang, Sumatera Selatan

*Corresponding author : melatipratama07002@gmail.com

Article info

Kata kunci:
Kemasan aktif,
Lemang, Silika gel,
Umur simpan

Abstrak

Lemang Tanjung Sirih mudah mengalami kerusakan akibat mikroba sehingga hanya mampu bertahan selama satu hari pada suhu ruang. Penggunaan kemasan aktif adalah salah satu upaya untuk menambah waktu simpan Lemang. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh pemakaian kemasan aktif silika gel terhadap kadar air dan jumlah bakteri pada Lemang. Metode penelitian yang digunakan adalah dengan merekatkan silika gel pada ujung bambu lemang dengan berat 1 gram, 3 gram dan 5 gram, kemudian disimpan pada suhu ruang selama 3, 5 dan 7 hari. Lemang yang disimpan kemudian dihitung kadar air dan jumlah mikroba. Data kemudian dianalisis dengan RAFL (Rancangan Acak Lengkap Faktorial) dan dilakukan uji lanjut BNT (Beda Nyata Terkecil). Hasil penelitian menunjukkan penggunaan silika gel selama penyimpanan, berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air dan jumlah bakteri. Kadar air perlakuan silika gel 0 gram mengalami peningkatan, sedangkan perlakuan silika gel 1,3 dan 5 gram mengalami penurunan. Jumlah bakteri yang melebihi batas maksimum adalah pada perlakuan silika gel 0 gram adalah pada hari ke-3, sedangkan perlakuan silika gel 1, 3 dan 5 gram pada hari ke-5 penyimpanan. Sehingga berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan silika gel dapat menurunkan kadar air dan memperpanjang waktu simpan Lemang.

Abstract

Keywords:
Active packaging,
Lemang, Shelf life,
Silica gel

Lemang of Tanjung Sirih was easy to deterioration caused by microbial, so it just can survive on a day at room temperature. Active packaging was a method to extend shelf life of Lemang. The objective of this research was to find out effect of active packaging of silica gel to water content and number of Lemang bacteria. The method was put 1, 3 and 5 grams silica gel on the mouth of bamboo, then it was stored at room temperature for 3,5 and 7 days. The amount of microbial and shelf life was calculated. The data was analysed used Factorial Complete Randomized Design (FCRD) and The Smallest Real Difference (SRD). The result showed that the usage of silica gel during storage had significant effect to the water content and microbial growth. The water content of 0 gram silica gel treatment was be increased, while the treatment silika gel of 1, 3 and 5 grams was be decreased. The number of bactria exceeding the maximum limit 0 gram is on the 3rd day, while the silica gel treatment of 1, 3 and 5 grams on the 5th days storage. So based on the result, it can be concluded that use of silica gel can decrease water content and extend Lemang shelf life.

PENDAHULUAN

Tanjung Sirih adalah salah satu desa di Kabupaten Lahat yang memiliki makanan tradisional yaitu Lemang.

Lemang tanjung sirih dapat ditemukan disini jalan sepanjang perjalanan desa Tanjung Sirih. Lemang tanjung sirih umumnya dijadikan sebagai oleh-oleh atau cinderamata bagi wisatawan yang

berkunjung atau melewati di daerah ini. Kekhasan lemang ini terdapat pada penggunaan bambu kapal yang berasal dari daerah Tanjung sirih dan Gumay Kabupaten Lahat.

Lemang dijual dengan harga Rp.10,000 per bambu dengan karakteristik berwarna putih kehijauan, rasa gemuk dan manis, tekstur padat kenyal dan aroma khas ketan bersantan. Berdasarkan hasil penelitian Solichah, *et al.*, (2020) lemang umumnya hanya dapat mampu bertahan selama 3 hari penyimpanan. Kerusakan lemang ditandai dengan adanya perubahan pada warna menjadi gelap, tekstur menjadi lebih lembek dan mengeras, terdapat aroma tidak sedap dan rasanya menjadi lebih asam. Arini (2017) menambahkan kerusakan bahan pangan dan makanan dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu udara, waktu, suhu, aw (kandungan air), parasit/serangga, pertumbuhan dan aktivitas mikroba.

Dengan adanya permasalahan tersebut, diperlukan suatu upaya yang dapat memperpanjang umur simpan lemang. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan kemasan aktif dan memodifikasi penyimpanan makanan. Kemasan aktif atau *active packaging* adalah pendekatan inovasi untuk mempertahankan atau memperpanjang umur simpan produk makanan sambil memastikan kualitas, keamanan dan ketahanannya (Yunilawati, Rahmi, Handayani, & Imawan, 2021).

Kemasan aktif memiliki kemampuan untuk berinteraksi antara bahan pangan yang dikemas dengan bahan kemasan, sehingga disebut dengan kemasan interaktif (Warsiki & Sunarti, 2013). Beberapa kemasan aktif yang telah diteliti yaitu Kemasan antimikroba untuk

memperpanjang umur simpan bakso ikan (Warsiki & Sunarti, 2013), Tablet antimikroba untuk aplikasi kemasan aktif (In, Sugiarto, & Fahma, 2021), Kemasan aktif antimikroba berbahan karagenan dan ekstrak bawang putih untuk memperpanjang masa simpan bakso ikan gurame (Ningtyas & Ramadhanti, 2021), Desain kemasan aktif untuk nanas (*Ananas comosus L. Merr*) terolah minimal (Anggraini & Sugiarti, 2022) dan lainnya.

Pada penelitian ini kemasan aktif diaplikasikan dengan menggunakan silika gel yang diletakkan pada ujung bambu lemang. Secara komersial, silika dibuat dari pencampuran natrium silikat dan asam mineral (Nur'aeni, Hadisantoso, & Suhendar, 2017). Silika gel adalah butiran seperti kaca yang sangat berpori dan banyak menyerap air sehingga berbentuk padat kenyal. Silika gel mencegah terbentuknya kelembapan yang berlebihan (Meriatna, Maulinda, Khalil, & Zulmiardi, 2015). Melalui karakteristik tersebut, maka dilakukan pengamatan bagaimana pengaruhnya terhadap umur simpan lemang.

METODE PENELITIAN

Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari alat desain dan alat analisis. Alat desain menggunakan alumunium foil dan tutup botol plastic jenis pop up ulir. sedangkan alat analisis yang digunakan adalah cawan petri, pipet steril, inkubator, homogenizer.

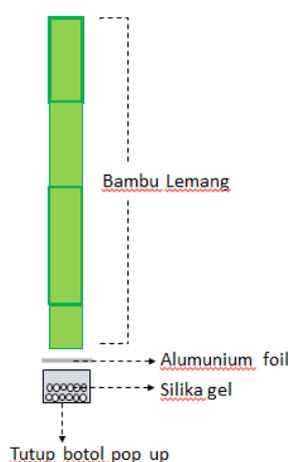
Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari bahan desain dan bahan analisis. Bahan desain yang digunakan yaitu Silika gel, sedangkan

bahan analisis yang digunakan adalah Larutan Butterfield's Phosphate Buffered, PCA, Thioglycolate agar.

Pengaplikasian Kemasan Aktif

Penggunaan kemasan aktif pada bambu Lemang dilakukan dengan meletakkan *water absorber* (silika gel) pada ujung bambu Lemang yang dibatasi dengan alumunium foil kemudian ditutup menggunakan *cup plastic* atau tutup botol ulir. Rancangan aplikasi *water absorber* (silika gel) dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Penggunaan Silika gel pada Bambu Lemang

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF), dengan 2 faktorial yaitu berat/konsentrasi silika gel dan waktu penyimpanan. Taraf perlakuan silika gel yaitu 5 taraf perlakuan diantaranya silika gel 0 gram, silika gel 1 gram, silika gel 3 gram, silika gel 5 gram, dan waktu penyimpanan dengan 4 taraf perlakuan yaitu 0 hari, 3 hari, 5 hari dan 7 hari. Kombinasi perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1.

Pengujian aplikasi kemasan aktif dilakukan dengan kombinasi perlakuan berat silika dan waktu penyimpanan pada kelompok penggunaan daun pandan dengan

membagi perlakuan tersebut dalam kelompok aplikasi pada bambu Lemang.

Tabel 1. Perlakuan aplikasi kemasan aktif silika gel pada bambu lelang

Berat Silika (gram)	Waktu penyimpanan (hari)			
0	0	3	5	7
1	0	3	5	7
3	0	3	5	7
5	0	3	5	7

Pengukuran Cemaran Mikroba (ALT)

Untuk memastikan Lemang memiliki keamanan dari cemaran mikroba maka perlu dilakukan pengukuran jumlah mikroba di dalam Lemang selama penyimpanan. Pengukuran Lemang dilakukan berdasarkan SNI 7385:2009 tentang batas maksimum kandungan mikroba dalam makanan. Batas maksimum cemaran mikroba dalam Lemang berdasarkan SNI 7385:2009 adalah ALT maksimum 10^4 koloni/g, *Salmonella* negative/25 g, dan *Staphylococcus aureus* 10^2 koloni/g.

Angka Lempeng Total (ALT) menunjukkan jumlah mikroba dalam suatu produk. Angka Lempeng Total (ALT) disebut juga *Total Plate Count* (TPC) adalah jumlah mikroba aerob mesofilik per gram atau per mililiter contoh yang ditentukan melalui metode standar. *Salmonella* merupakan bakteri berbentuk batang dengan ukuran 1 m - 3,5 m x 0,5 m - 0,8 m, motil, kecuali *S. gallinarum* dan *S. pullorum nonmotil*, tidak berspora dan bersifat Gram negative. *Staphylococcus aureus* adalah bakteri bola berpasang-pasangan atau berkelompok seperti buah anggur dengan diameter antara 0,8 mikron - 1,0 mikron, non motil, tidak berspora dan bersifat gram positif.

1. Persiapan pengujian
 - a. Sampel padat sebanyak 25 g ditimbang
 - b. kemudian dimasukkan ke dalam wadah atau plastik steril dan ditambahkan 225 mL Larutan Butterfield's Phosphate Buffered.
 - c. Larutan dihomogenkan selama 2 menit
 - d. Sebanyak 10 mL homogenate diambil dengan menggunakan pipet steril dan dimasukkan ke dalam 90 mL Larutan Butterfield's Phosphate Buffered untuk mendapatkan pengenceran 10^{-2} .
 - e. Pengenceran selanjutnya (10^{-3}) disiapkan dengan mengambil 10 mL contoh dari pengenceran 10^{-2} ke dalam 90 mL Larutan Butterfield's Phosphate Buffered.
 - f. Pada setiap pengenceran dilakukan pengocokan minimal 25 kali.
 - g. Selanjutnya lakukan hal yang sama untuk pengenceran 10^{-4} , 10^{-5} dst sesuai dengan kondisi sampel.
2. Tahapan pengujian
 - 2.1 ALT Aerob
 - a. Pipet 1 mL dari setiap pengenceran diatas dan masukkan ke dalam cawan petri steril. Lakukan secara duplo untuk setiap pengenceran.
 - b. Tambahkan 12 mL - 15 mL PCA ke dalam masing-masing cawan yang sudah berisi sampel. Supaya sampel dan media PCA tercampur sempurna, lakukan pemutaran cawan ke depan-ke belakang dan ke kiri-ke kanan.
 - c. Inkubasi cawan-cawan tersebut dalam posisi terbalik. Masukkan ke dalam inkubator pada suhu $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ untuk bakteri mesofilik atau pada suhu $45\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ untuk bakteri termofilik selama 48 jam ± 2 jam.
 - 2.2 ALT Anaerob
 - a. Sebanyak 6 mL - 7 mL media PCA dituang ke dalam cawan petri steril, sebarkan dengan cepat dan ratakan.
 - b. Pada saat media agar telah membeku, pipet secara aseptik 1 mL contoh yang telah homogen dari masing-masing pengenceran pada bagian tengah cawan petri. Lakukan secara duplo.
 - c. Sebanyak 15 mL Thioglycolate agar dituang ke dalam cawan petri. Campur dengan baik dan putar dengan hati-hati
 - d. Inkubasi cawan-cawan tersebut dalam posisi tidak dibalik dalam anaerobic jar dan dimasukkan ke dalam inkubator pada suhu $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ untuk bakteri mesofilik atau $45\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ untuk bakteri termofilik selama 48 jam ± 2 jam.
3. Pembacaan dan Perhitungan koloni pada cawan petri
 - a. Cawan yang mengandung jumlah 25 koloni - 250 koloni dan bebas spreader
 - b. Pengenceran yang digunakan dicatat dan dihitung jumlah total koloni. Perhitungan ALT adalah sebagai berikut :

$$N = \frac{\sum C}{[(1 \times n_1) + (0,1 \times n_2)] \times (d)} \dots\dots (1)$$

Keterangan:

- N = Jumlah koloni produk, dinyatakan dalam koloni per mL atau koloni per g;
- ZC = Jumlah koloni pada semua cawan yang dihitung;
- n1 = Jumlah cawan pada pengenceran pertama yang dihitung;
- n2 = Jumlah cawan pada pengenceran kedua yang dihitung;
- d = Pengenceran pertama yang dihitung

Prediksi Umur Simpan Lemang

Secara matematika, umur simpan Lemang ditentukan berdasarkan jumlah maksimum mikroba yang diperbolehkan BPOM pada Lemang. Umumnya umur simpan Lemang diprediksi menggunakan metode *ASLT (Accelerated Storage Shelf Life)*. Penentuan umur simpan dengan metode akselerasi salah satunya dapat dilakukan dengan pendekatan Arrhenius.

Model Arrhenius digunakan untuk menguji umur simpan produk yang sensitif terhadap perubahan suhu. Prinsip dari model ini adalah dengan menyimpan produk pada suhu dimana produk menjadi cepat rusak atau umur simpan ditentukan berdasarkan ekstrapolasi ke suhu penyimpanan (Kurniawan, 2008)

Arif (2016) menambahkan model Arrhenius memiliki beberapa asumsi yaitu perubahan faktor mutu hanya ditentukan oleh satu macam pereaksi, tidak ada factor lain yang mengakibatkan perubahan mutu, proses perubahan mutu dianggap bukan merupakan akibat dari proses-proses sebelumnya, dan suhu penyimpanan dianggap tetap.

Pendugaan umur simpan dengan metode ASLT dengan pendekatan Arrhenius menurut Arif (2016) dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Data hasil analisa produk terhadap waktu diplotkan dan dihitung regresi

liniernya, kemudian diperoleh persamaan regresinya untuk 2 perlakuan dengan menggunakan $Y=ax+b$, dimana Y adalah parameter mutu leang, X = waktu penyimpanan, a = nilai mutu leang, dan b = laju perubahan mutu leang.

2. Dari masing-masing persamaan tersebut diperoleh nilai *slope* (b) yang merupakan kostanta laju reaksi perubahan karekteristik produk atau laju penurunan mutu.
3. Untuk menentukan ordo reaksi yang digunakan dibuat grafik ordo nol yaitu hubungan antara nilai k dengan waktu penyimpanan, dan ordo satu yaitu hubungan antara $\ln k$ dengan waktu penyimpanan. Dari kedua persamaan tersebut dipilih orde reaksi yang memiliki nilai R^2 terbesar. Penurunan mutu ordo nol dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$At - Ao = - kt \dots\dots\dots (2)$$

dimana,

At = Jumlah A pada waktu t

Ao= Jumlah awal A

K = laju perubahan mutu

t = waktu simpan

sedangkan persamaan ordo satu dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$\ln At - \ln Ao = -kt \dots\dots\dots (3)$$

4. Untuk pendekatan Arrhenius, nilai k diplotkan terhadap $1/T$ (K^{-1}) dan $\ln K$ didapatkan dari intersep dan slope dari persamaan regresi liner $\ln k = \ln k_0 - (E/R) (1/T)$ dimana $\ln k_0$ = intersep, E/R = slope, E = energy aktivasi, R = konstanta gas ideal = 1, 986 kal/mol^oK. selanjutnya $\ln K$ masing-masing pada suhu penyimpanan terhadap diplot dengan $1/T$.
5. Dari persamaan pada tahapan sebelumnya diperoleh nilai konstanta K_0 yang merupakan factor eksponensial dan

nilai energy aktivasi reaksi perubahan karakteristik leman ($E_a = E$). dan kemudian ditentukan model persamaan laju reaksi (k) perubahan karakteristik leman dengan $k = k_0 \cdot e^{-E/RT}$, dengan T adalah suhu penyimpanan.

6. Dengan persamaan Arrhenius dapat dihitung nilai konstanta Arrhenius (k) pada suhu (T) penyimpanan yang ditentukan.
7. Penentuan parameter kunci dengan melihat parameter yang mempunyai energy aktivasi rendah
8. Pendugaan umur simpan leman untuk laju reaksi ordo satu dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$t_s = [\ln(N_0 - N_t)] / K_T \dots\dots\dots (4)$$

$$t_s = (N_0 - N_t) / K_T \dots\dots\dots (5)$$

untuk laju reaksi ordo nol. Dimana,

t_s = waktu penyimpanan

N_0 = nilai parameter mutu pada t_0 (awal penyimpanan)

N_t = nilai parameter mutu setelah waktu penyimpanan t (batas kritis)

K_T = nilai K pada suhu penyimpanan T

9. Langkah terakhir adalah menentukan perlakuan untuk diketahui umur simpan terbaik

Teknik Pengolahan dan Analisis Data

Hasil percobaan atau pengukuran yang diperoleh ditabulasikan dan dihitung rata-ratanya kemudian dianalisis keragamannya. Pengukuran parameter terhadap perbedaan berat silika gel dilakukan terhadap kadar air leman, organoleptic leman dan jumlah mikroba yang kemudian dianalisis menggunakan sidik ragam (*Analysis of Variance*).

Hasil penilaian parameter yang berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan, dilanjutkan dengan uji *Beda Nyata Terkecil* (BNT) pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$). Berdasarkan Gomez & Gomez (1995) data hasil

percobaan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial dengan dua faktor perlakuan dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$Y = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + G_{ijk} \dots (6)$$

Keterangan :

Y = nilai yang diamati

μ = nilai rata-rata

A = perlakuan berat silika

B = perlakuan waktu penyimpanan

AB = interaksi perlakuan berat silika dan waktu penyimpanan

I = taraf perlakuan A ke 1,2,3,4

J = taraf perlakuan B ke 1,2,3,4

G_{ijk} = kesalahan oleh faktor perbandingan berat silika pada taraf ke- i , faktor waktu penyimpanan taraf ke- j , dan ulangan ke- k .

Hasil analisis yang berpengaruh nyata dan sangat nyata kemudian dilakukan uji lanjut BNT (*Beda Nyata Terkecil*) untuk mengetahui perbedaan perlakuan secara lebih rinci dengan membandingkan antar perlakuan yang berpengaruh nyata atau sangat nyata.

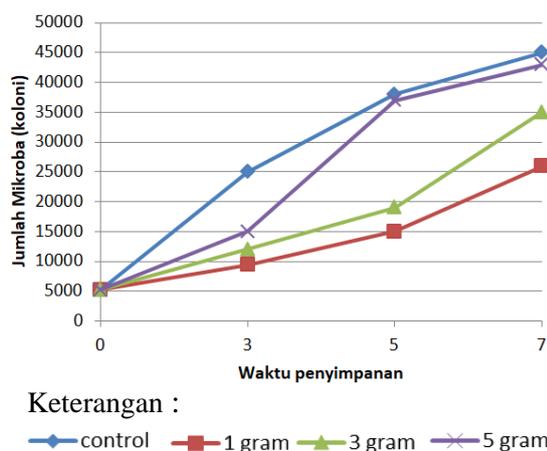
HASIL DAN PEMBAHASAN

Bakteri adalah salah satu golongan mikroorganisme prokariotik (bersel tunggal) yang hidup berkoloni dan tidak mempunyai selubung inti namun mampu hidup dimana saja (Brooks, Jawetz, Butel, & Morse, 2004). Cara hidup bakteri ada yang dapat hidup bebas, parasitik, saprofitik, patogen pada manusia, hewan dan tumbuhan. Habitatnya tersebar luas di alam, dalam tanah, atmosfer di dalam lumpur, dan di laut.

Bakteri mempunyai bentuk dasar bulat, batang, dan lengkung. Bentuk bakteri juga dapat dipengaruhi oleh umur dan syarat pertumbuhan tertentu. Bakteri dapat mengalami involusi, yaitu perubahan

bentuk yang disebabkan faktor makanan, suhu, dan lingkungan yang kurang menguntungkan bagi bakteri. Selain itu dapat mengalami pleomorfi, yaitu bentuk yang bermacam-macam dan teratur walaupun ditumbuhkan pada syarat pertumbuhan yang sesuai. Umumnya bakteri berukuran 0,5-10 μ .

Penambahan silika gel dan lama penyimpanan sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroba pada lemag. Lemang pada hari ke 0 penyimpanan dengan berbagai konsentrasi silika gel memiliki tingkat pertumbuhan bakteri terendah. Peningkatan pertumbuhan bakteri tertinggi terdapat pada pada hari ke 7 dengan konsetrasi silika gel 0 gram. Peningkatan nilai pertumbuhan bakteri pada lemag dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pertumbuhan bakteri pada lemag berbagai perlakuan selama penyimpanan

Berdasarkan uji lanjut BNT untuk waktu penyimpanan, peningkatan pertumbuhan bakteri terjadi pada hari ke-3, -5 dan -7, baik untuk perlakuan 0 gram silika, 1 gram, 3 gram dan 5 gram silika. Dwidjoseputro (2009) menyatakan bahwa Bakteri mempunyai bentuk dasar bulat, batang, dan lengkung. Bentuk bakteri juga dapat dipengaruhi oleh umur dan syarat pertumbuhan tertentu.

Bakteri dapat mengalami involusi, yaitu perubahan bentuk yang disebabkan faktor makanan, suhu, dan lingkungan yang kurang menguntungkan bagi bakteri. Selain itu dapat mengalami pleomorfi, yaitu bentuk yang bermacam-macam dan teratur walaupun ditumbuhkan pada syarat pertumbuhan yang sesuai. Umumnya bakteri berukuran 0,5-10 μ ”.

Tabel 2 Uji lanjut BNT Bakteri lemag dengan perlakuan berat silika gel dan waktu penyimpanan

Waktu Penyimpanan	Jumlah Bakteri x(10 ³ koloni)			
	0	3	5	7
0	5,217 ^a	25 ^{cd}	38 ^e	45
1	5,217 ^a	9,4 ^{ab}	15 ^{bc}	26
3	5,217 ^a	12 ^{ab}	19 ^{bc}	35
5	5,217 ^a	15 ^{abc}	37 ^{de}	43

Keterangan : huruf yang sama tidak berbeda nyata

Berdasarkan uji lanjut BNT pada Tabel 2, Menggambarkan bahwa penambahan silika gel (silika) dan lama waktu penyimpanan disetiap perlakuan sangat berpengaruh secara nyata terhadap pertumbuhan bakteri pada lemag. Dari table tersebut diatas juga dapat terlihat bahwa Pertumbuhan bakteri pada lemag yang masih dalam batas aman terdapat pada penambahan dengan 0 gram ,1 gram, 3 gram dan 5 gram silika gel (silika) pada hari ke-0 penyimpanan, dan pada penambahan Silika gel (silika) 1 gram pada penyimpanan hari ke -3 yaitu sebesar 9400. Dimana batas minimal aman untuk bakteri pada suatu makanan adalah 10000 koloni/gram.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penggunaan silika gel selama penyimpanan berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan mikroba, dengan umur

simpan terlama yaitu selama 3 hari pada perlakuan 1 gram dan 3 gram.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kami ucapkan kepada Politeknik Pariwisata Palembang yang telah membiayai dan memfasilitasi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, R., & Sugiarti, T. (2022). Desain Kemasan Aktif Untuk Nanas (*Ananas comosus* L. Merr) Terolah Minimal. *AGROFOOD Jurnal Pertanian dan Pangan*, 30-37.
- Arif, A. B. (2016). Metode Accelerated Shelf Life (ASLT) dengan Pendekatan Arrhenius Dalam Pendugaan Umur Simpan Sari Buah Nanas, Pepaya dan Cempedak. *Informatika Pertanian*, 189-198.
- Arini, L. D. (2017). Faktor-Faktor Penyebab dan Karakteristik Makanan Kadaluarsa yang Berdampak Buruk pada Kesehatan Masyarakat . *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 15-24.
- Brooks, g. J., Jawetz, E., Butel, S. J., & Morse, S. A. (2004). *Medical Microbiology*. Singapore: McGraw Hill Companies.
- Dwidjoseputro, D. (2009). *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Djambatan.
- Gomez, K. A., & Gomez, A. A. (1995). *Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian*. Jakarta: UI-Press.
- IIn, H., Sugiarto, & Fahma, F. (2021). Tabel Antimikroba untuk Aplikasi Kemasan Aktif. *AGROINTEK Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 1213-1221.
- Kurniawan, A. (2008). *Penggunaan Silika Gel dan Kalium Permanganat Sebagai Bahan Penyerap Etilen* . Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Meriatna, Maulinda, L., Khalil, M., & Zulmiardi. (2015). Pengaruh Temperatur Pengeringan dan Konsentrasi Asam Sitrat Pada Pembuatan Silika Gel dari Sekam Padi. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 78-88.
- Ningtyas, R., & Ramadhanti, S. A. (2021). Kemasan Aktif Antimikroba Berbahan Karagenan dan Ekstrak Bawang Putih untuk Memperpanjang Masa Simpan Bakso Ikan Gurame. *Jurnal Ilmu Pangan dan Hasil Pertanian* , 26-35.
- Nur'aeni, D., Hadisantoso, E. P., & Suhendar, D. (2017). Adsorpsi Ion Logam Mn²⁺ dan Cu²⁺ oleh Silika Gel dari Abu Ampas Tebu. *Jurnal Ilmu Kima & Terapan*, 70-80.
- Solichah, E., Kumalasari, R., Afifah, N., Indrianti, N., Firdaus, F. N., Rahayuningtyas, A., & Budiati, T. (2020). Pengaruh Proses Pemasakan dan Penambahan Bahan Pengawet terhadap Karakteristik Lemang Selama Masa penyimpanan. *Jurnal Pangan*, 29(2), 149 - 160.
- Warsiki, E., & Sunarti, T. C. (2013). Kemasan Antimikroba Untuk Memperpanjang Umur Simpan Bakso Ikan. *Jurnal Pertanian Indonesia*, 125-131.
- Yunilawati, r., Rahmi, D., Handayani, W., & Imawan, C. (2021). Minyak Atsiri Sebagai Bahan Antimikroba dalam Pengawetan Pangan. In *Analisis Nutrisi, Mineral dan Fitokimia dari Parkia roxburghii* (pp. 85-121). Semarang: LPPM Universitas Negeri Semarang.