

JURNAL BIOLOGI UDAYANA

P-ISSN: 1410-5292 E-ISSN: 2599-2856

Volume 28 | Nomor 1 | Juni 2024

DOI: <https://doi.org/10.24843/JBIOUNUD.2024.v28.i01.p04>

Pengaruh penambahan *Lactobacillus plantarum* dalam pembuatan mie kering berbahan rambut jagung manis (*Zea mays* var. *Saccharata*)

The effect of addition of *Lactobacillus plantarum* in the manufacture of dry noodles made from sweet corn silk (*Zea mays* var. *Sacchharata*)

Lintang Pradhanawati, Ida Bagus Gede Darmayasa*, Ni Made Susun Parwanayoni

Program Studi Biologi, Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana, Bukit Jimbaran, Badung, Indonesia, 80361

*Email: darmayasa@unud.ac.id

Diterima
13 Agustus 2023

Disetujui
16 Mei 2024

INTISARI

Rambut jagung manis merupakan salah satu hasil sisa pertanian yang masih minim dalam pengolahannya. Salah satu bentuk olahan rambut jagung manis yaitu sebagai bahan dasar pembuatan mie kering. Namun produk mie yang dihasilkan memiliki kelemahan berupa umur simpan yang pendek karena adanya jamur pembusuk seperti kapang. Oleh karena itu perlu dilakukan usaha dalam menurunkan jumlah kapangnya melalui penambahan Bakteri Asam Laktat (BAL *L. Plantarum*). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan rancangan acak lengkap faktorial (RALF) yaitu faktor I konsentrasi BAL (0%, 2%, 4%, 6% (v/v)) dan faktor II lama penyimpanan (0 hari, 5 hari, dan 10 hari) dengan 3 pengulangan, sehingga didapatkan 36 unit percobaan. Parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah derajat keasaman (pH), angka kapang, dan nilai gizi. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata angka kapang pada T0 sebesar $3,40 \pm 0,109$ pada mie kering yang berbahan rambut jagung yang difermentasi tanpa ditambah *L. plantarum*. Sedangkan pada konsentrasi 2%, 4% dan 6% berturut-turut sebagai berikut $3,24 \pm 0,174$; $3,30 \pm 0,240$; dan $3,34 \pm 0,000$. Kandungan kapang (*Aspergillus* sp.). Uji kadar gizi setelah penyimpanan hari ke-10 (T2) pada perlakuan konsentrasi *L. plantarum* 0%, 2%, 4%, dan 6 % menunjukkan kadar protein berturut-turut sebesar 16,05%; 18,13%; 20,04%; dan 20,36% bb dan kadar glukosa berturut-turut sebesar 78,87%; 83,16%; 81,56%; dan 78,84%. Secara angka populasi AKK pada mie dari rambut jagung selama penyimpanan dapat diturunkan dan kandungan proteinnya terjadi peningkatan sehingga penambahan BAL dapat digunakan sebagai food biopreservatif.

Kata kunci: glukosa, kapang, mie, pH, protein

ABSTRACT

Rambut jagung manis is one of the agricultural waste products that is still minimally processed. One form of processed rambut jagung manis as a basic ingredient for making dry noodles. However, the resulting noodle product has a weakness in the form of a short shelf life due to the presence of spoilage fungi such as mold. Therefore, efforts need to be made to reduce the amount of mold by adding Lactic Acid Bacteria (*L. plantarum*). The method used in this research was an experimental method with a completely randomized factorial design (RALF), namely factor I *L. plantarum* concentration (0%, 2%, 4%, 6% (v/v)) and factor II storage time (0 days, 5 days, and 10 days) with 3 repetitions, so that 36 experimental units were obtained. The parameters measured in this study were the degree of acidity (pH), mold numbers, and nutritional value. The results showed that the average mold number at T0 was 3.40 ± 0.109 in dry noodles made from corn silk which were fermented without adding *L. plantarum*. Meanwhile at concentrations of 2%, 4% and 6% respectively as follows 3.24 ± 0.174 ; 3.30 ± 0.240 ; and 3.34 ± 0.000 . Mold content (*Aspergillus* sp.). Nutrient content tests after storage on the 10th day (T2) in *L. plantarum*

concentration treatments of 0%, 2%, 4%, and 6% showed protein levels of 16.05%; 18.13%; 20.04%; and 20.36% bw and glucose levels respectively 78.87%; 83.16%; 81.56%; and 78.84%. The numerical value of yeast mold population in mie from rambut jagung during storage can be reduced and the protein content increases so that the addition of *L. plantarum* can be used as food biopreservative.

Keywords: Glucose, mold, noodle, pH, protein

PENDAHULUAN

Rambut jagung merupakan salah satu sisa hasil dari pertanian jagung. Secara manfaat kesehatan, rambut jagung memiliki banyak keunggulan didalamnya. Rambut jagung mengandung senyawa metabolit sekunder yang beragam diantaranya alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, steroid, terpenoid, dan kuinon (Kusriani et al., 2017). Banyaknya kandungan di dalam rambut jagung menjadikannya sebagai hasil sisa pertanian yang berpotensi untuk kesehatan. Rambut jagung memiliki beberapa khasiat yaitu dapat digunakan untuk menurunkan kadar kolesterol, peluruh air seni, menurunkan tekanan darah tinggi, infeksi ginjal akut dan kronis (Garnida et al., 2018). Namun disisi lain rambut jagung masih minim pemanfaatannya. Minimnya pemanfaatan rambut jagung disebabkan oleh ketidaktahuan masyarakat bahwa rambut jagung dapat dikonsumsi dan memiliki banyak kandungan gizi yang baik untuk tubuh (Kurniawati, 2021). Pengolahan rambut jagung diperlukan sebagai upaya untuk memanfaatkan senyawa-senyawa baik yang terkandung didalamnya. Salah satu olahan yang dapat dibuat yaitu olahan rambut jagung menjadi mie. Merujuk data *World Instant Noodles Association (WINA)*, pada tahun 2020 Indonesia menempati posisi kedua sebagai negara dengan konsumsi mie instan terbanyak di dunia dengan jumlah konsumsi 12,6 miliar bungkus mie instan.

Olahan rambut jagung menjadi mie diharapkan sebagai inovasi baru dalam meminimalisir penggunaan tepung. Pemanfaatannya sebagai mie dilakukan baik dengan cara substitusi bahan secara keseluruhan atau dengan rasio tertentu penggunaan rambut jagung dengan penambahan tepung terigu. Disisi lain, olahan rambut jagung cenderung memiliki umur simpan yang pendek. Pendeknya umur simpan ini dapat diamati dari kerusakan mikrobiologis yang disebabkan oleh kapang. Hal ini sesuai dengan pernyataan Asiah et al. (2018) bahwa kapang sebagai salah satu penyebab laju kerusakan suatu bahan pangan. Keberadaan kapang dalam makanan membuat produk yang dihasilkan menjadi cepat busuk sehingga umur simpan produk juga menurun. Berbagai teknik telah diterapkan untuk menghambat pertumbuhan kapang seperti penggunaan pengawet kimia: sorbates, propionate dan natamisin. Penggunaan bahan kimia menimbulkan efek negatif pada rasa, aroma, dan kesehatan. Oleh sebab itu, perlu dicari alternatif lain dalam penggunaan pengawet kimia menjadi pengawet alami pada bahan pangan. Salah satunya adalah pemanfaatan bakteri asam laktat (BAL)

Bakteri Asam Laktat (BAL) diketahui memiliki kemampuan menghasilkan metabolit sekunder yang berpotensi menghambat pertumbuhan jamur maupun bakteri lain. Selanjutnya Dalie et al. (2010) melaporkan BAL juga memiliki kemampuan membentuk hydrogen peroksida (H_2O_2), asam lemak hidroksil, diasetil, reutrin, dan senyawa protein (bakteriosin, tripsin, peptida) yang diketahui memiliki andil dalam menghambat phatogen. Dalam berbagai produk pangan bakteri telah banyak dimanfaatkan sebagai biopreservatif (pengawet alami). Bakteri asam laktat sendiri merupakan kelompok bakteri gram positif, katalase negatif yang dapat memproduksi asam laktat dengan cara fermentasi glukosa. Salah satu species BAL yang terkenal berasal dari genus *Lactobacillus*

adalah *Lactobacillus plantarum* L. Menurut Le & Yang (2018) Bakteri ini berperan sebagai antijamur karena memiliki kemampuan untuk menghasilkan asam laktat dan menurunkan pH substrat. Selanjutnya Vazquez-Munoz & Dongari-Bagtzoglou (2021) menyatakan bahwa *L. plantarum* diketahui menghasilkan metabolit sekunder berupa bakteriosin yang dapat mengganggu integritas struktural sel jamur yang menyebabkan perubahan morfologi sel, permeabilitas membran, dan akhirnya menyebabkan kematian sel. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Hidayatulloh et al. (2019) membuktikan secara *in vitro* metabolit sekunder yang dihasilkan oleh *L. plantarum* yang diinkubasi selama 24 jam memiliki kemampuan menghambat beberapa bakteri patogen. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan penelitian penambahan *L. plantarum* ke dalam produk mie yang berbahan rambur jagung sehingga diharapkan dapat memperpanjang daya simpan mie dan layak untuk dikonsumsi.

MATERI DAN METODE

Bahan dan alat

Bahan yang digunakan adalah rambur jagung dari Karanganyar, Jawa Tengah, kemudian selanjutnya digunakan bahan tambahan berupa tepung terigu, aquades, telur, STTP (*Sodium Tripolyphosphate*), Isolat bakteri *L. plantarum* didapatkan dari persediaan isolat di Laboratorium Biosains, Universitas Udayana dengan *strain* dari Universitas Gajah Mada (FNCC 0020), etanol, H₃BO₃, H₂SO₄ pekat, HCl, dan NaOH. Adapun peralatan yang digunakan adalah gelas kimia, penampang atau wadah, Erlenmeyer, cawan petri, kertas pH, oven, ayakan, *plate*, dan mikroskop perbesaran 100x.

Metode

Pembuatan rambur jagung

Pembuatan tepung dimulai dengan pemilihan rambur jagung yang sudah tua, namun masih segar dan tidak busuk dari jenis jagung manis. Pemilihan ini didasarkan pada penelitian yang dilakukan oleh Damayanti (2021) yang menyatakan produk cookies yang dihasilkan dengan rambur jagung tua lebih disukai dari segi rasa dan aroma, sedangkan rambur jagung muda cenderung memiliki rasa pahit. Rambur jagung yang digunakan dalam penelitian didapatkan dari panen jagung yang dilakukan di Kecamatan Colomadu, Kabupaten Karanganyar, Provinsi Jawa Tengah. Setelah rambur jagung dipilih kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari selama 4 hari. Setelah kering, rambur jagung dihaluskan dengan cara diblender, kemudian diayak dengan ayakan ukuran 100 mesh.

Penyiapan isolat bakteri L. plantarum

Isolat bakteri *L. plantarum* didapatkan dari persediaan isolat di Laboratorium Biosains, Universitas Udayana dengan *strain* dari Universitas Gajah Mada (FNCC 0020). Isolat yang didapat dikonfirmasi kebenarannya dengan melakukan uji konfirmatif melalui pewarnaan Gram dan uji katalase. Isolat yang telah diperoleh kemudian diremajakan, dibuat duplo dengan fungsi satu untuk stok dan satunya lagi untuk isolat kerja. Uji konfirmatif yang diawali dengan mengambil 0,1 mL isolat yang telah dibeli dituangkan pada media MRS agar (15 mL) yang telah ditambah 60 ppm bromocresol purple (BCP). Kemudian diinkubasi pada suhu 37 °C selama 2 hari. Adanya BAL ditandai dengan adanya koloni bakteri yang berwarna kuning sebagai ciri dihasilkannya asam yang berperan dalam merubah warna indikator pH BCP pada media MRS Agar dari ungu menjadi kuning. Setelah terindikasi perubahan warna dapat dilanjutkan

dengan pewarnaan Gram. Koloni bakteri yang terindikasi juga dapat diambil koloni tunggalnya dan di *streak* ulang di *Plate Agar* untuk dijadikan stok ataupun isolat kerja.

Tepung dengan penambahan L. plantarum

Disiapkan sejumlah tepung rambut jagung yang telah dipasteurisasi dengan pemanasan 70°C yang dipanaskan secara berulang sebanyak 3 kali, selanjutnya dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 500 mL. Kemudian tepung jagung tersebut ditambahkan suspensi bakteri *L. plantarum* yang telah dibuat, masing-masing sebanyak (0%, 2%, 4%, 6% (v/v)). Setelah itu, tepung yang telah ditambahkan suspensi bakteri ditutup dan dihomogenkan. Kemudian diinkubasi dalam kondisi tertutup rapat-rapat pada suhu 37°C selama 3 hari. Setelah itu dikeringkan dengan oven pada suhu 60°C selama 1 jam

Pembuatan mie kering

Hasil dari fermentasi rambut jagung yang telah kering kemudian dibuat menjadi mie kering. Hasil adonan mie kering sebelum disimpan juga dianalisis kadar glukosa dan proteinnya terlebih dahulu sebelum dilanjutkan menjadi bentuk olahan mie. Hal tersebut dilakukan agar mengetahui nilai gizi asli dari produk yang nantinya dihasilkan. Tepung fermentasi yang digunakan sebanyak 15 g, kemudian ditambahkan tepung terigu 10 g dan dimasukkan ke dalam baskom. Selanjutnya ditambahkan telur sebanyak 1 sendok makan dan beberapa bahan pendukung berupa garam dan STTP masing-masing setengah sendok teh. Lalu ditambahkan aquades sebanyak 5 mL. Setelah itu dicampur selama 3 menit sampai merata kemudian didiamkan sampai 15 menit. Adonan mie kemudian digiling menggunakan penggiling adonan mie. Selanjutnya mie di potong-potong dengan panjang ± 7 cm.

Potongan mie dikukus selama 10-15 menit. Kemudian diangkat, diletakkan di atas loyang bersih dan didiamkan selama ± 3 menit untuk mengurangi kandungan air pada mie. Lalu dikeringkan dengan oven pada suhu 45-50 °C selama ± 6 jam (Biyumna, 2017). Sampel mie kering dengan berbagai penambahan konsentrasi *L. plantarum* yang telah jadi dimasukkan ke dalam plastik wrap kemudian disimpan pada suhu ruang dan diamati selama 0, 5, dan 10 hari. Sampel dianalisis menggunakan beberapa parameter pendukung seperti pH dengan pH meter, keberadaan kapang yang dilihat dari angka cemar kapang dan identifikasi sampai pada tingkat genus/spesies melalui metode pengenceran dan buku panduan identifikasi jamur Pit & Hocking (1997) serta kadar nilai gizi glukosa dengan metode metode *Anthrone* dan proteinnya melalui metode Kjeldahl.

Uji angka kapang (AK)

Pengujian dilakukan dengan metode serial dilution dengan tiga tingkat pengenceran yakni konsentrasi 10^{-1} hingga 10^{-3} . Hasil pengenceran diinokulasikan secara *pour plate* pada cawan Petri steril dengan media PDA. Blanko dibuat dengan menuangkan 1 mL NaCl 0,9% ke dalam cawan Petri steril lalu ditambahkan PDA secara *pour plate*. Cawan Petri seluruhnya diinkubasi pada suhu 25° C selama 5-7 hari. Kemudian diamati jumlah koloni yang nantinya akan dikalikan dengan faktor pengenceran (Rahmawati et al., 2022).

Pengamatan

Hasil penelitian berupa uji konfirmatif bakteri, identifikasi jamur, dan parameter kualitas mie antara lain: pH, angka kapang, kadar protein, dan kadar

glukosa. Identifikasi jamur dengan mengacu pada buku *Fungi and Food Spoilage* (Pitt & Hocking, 1997).

Rancangan percobaan

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimental menggunakan metode rancangan acak lengkap faktorial (RALF) dengan 2 faktorial yaitu faktor I konsentrasi bakteri (0%, 2%, 4%, 6% (v/v)) dan faktor II lama penyimpanan (0 hari, 5 hari, dan 10 hari) dengan 3 pengulangan, sehingga didapatkan 36 unit percobaan. Perhitungan jumlah sel dalam setiap konsentrasi bakteri menggunakan *plating method*.

Adapun rancangannya adalah faktorial A (Konsentrasi bakteri) meliputi perlakuan tanpa penambahan bakteri (A1), konsentrasi bakteri 2% (A2), konsentrasi bakteri 4% (A3), dan konsentrasi bakteri 6% (A4). Kemudian untuk faktorial T (Lama penyimpanan) meliputi penyimpanan selama 0 hari (T0), 5 hari (T1), dan 10 hari (T2).

Analisis data

Data hasil penelitian dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA), jika hasilnya berbeda nyata $p < 0,05$, dilanjutkan dengan analisis *Duncan*.

HASIL

Uji Konfirmatif Bakteri.

Hasil uji konfirmatif menunjukkan bahwa bakteri *L. plantarum* yang diuji merupakan bakteri Gram positif dengan sel berbentuk batang. Sedangkan uji katalase didapat hasil negatif dengan tidak terbentuknya buih (busa) di permukaan objek gelas yang telah diisi H_2O_2 dan isolat uji.



Gambar 1. Bentuk sel *L. plantarum* berdasarkan pewarnaan Gram pada perbesaran 100 kali

Derajat Keasaman

Uji derajat keasaman sampel mie kering bertujuan untuk mengetahui derajat keasaman (pH). Derajat keasaman merupakan salah satu parameter penting dalam kualitas suatu bahan makanan. Hal ini disebabkan pada pH tertentu merupakan kondisi terbaik pertumbuhan jamur atau sebaliknya. Rata-rata pH awal di hari ke 0 (T0) pada semua perlakuan menunjukkan nilai pH nya adalah 7. Kemudian pH mengalami sedikit penurunan pada penyimpanan 5 hari dan 10 hari pada mie kering yang bersumber dari tepung rambut jagung yang difermentasi dengan penambahan konsentrasi 2%, 4% dan 6% bakteri *L. plantarum*.

Tabel 1. Rata-rata derajat keasaman (pH) mie kering berbahan rambut jagung yang ditambahkan bakteri *L. plantarum*

Konsentrasi Bakteri <i>L. plantarum</i> (A)	Derajat Keasaman (pH) Lama Penyimpanan (T)		
	0 hari (T0)	5 hari (T1)	10 hari (T2)
0% (A1)	7,00±1,000 ^a	7,00±1,000 ^a	7,00±1,000 ^a
2% (A2)	7,00±1,000 ^a	6,00±1,000 ^a	6,00±1,000 ^a
4% (A3)	7,00±1,000 ^a	6,00±1,000 ^a	6,00±1,000 ^a
6% (A4)	7,00±1,000 ^a	6,00±1,000 ^a	6,00±1,000 ^a

Keterangan: Nilai-nilai pada Tabel 1 standar deviasi merupakan rata-rata dari 3 kali ulangan, setelah dilakukan analisis sidik ragam (Anova).

Angka Kapang

Berdasarkan data hasil AK, mie kering yang berbahan tepung rambut jagung yang telah difermentasi tanpa penambahan *L. plantarum* menunjukkan hasil yang lebih besar (T0) dibandingkan dengan jumlah AK pada berbahan tepung rambut jagung yang telah difermentasi dengan penambahan *L. plantarum* konsentrasi 2%, 4% dan 6%. Rata-rata AK pada T0 sebesar 3,40±0,109 pada mie kering yang berbahan rambut jagung yang difermentasi tanpa ditambah *L. plantarum*. Sedangkan pada mie kering berbahan rambut jagung yang difermentasi dengan penambahan *L. plantarum* konsentrasi 2%, 4% dan 6% berturut-turut sebagai berikut 3,24±0,174; 3,30±0,240; dan 3,34±0,000.

Tabel 2. Rata-rata angka kapang (Log CFU/g) pada mie kering berbahan rambut jagung yang ditambahkan bakteri *L. plantarum*.

A/T	AK (Log CFU/g) Inkubasi (hari)		
	0	5	10
0%	3,40±0,109 ^b	3,04±0,000 ^{ba}	3,13±0,161 ^{ba}
2%	3,24±0,174 ^b	3,05±0,017 ^{ba}	3,04±0,000 ^{ba}
4%	3,30±0,240 ^b	3,19±0,259 ^{ba}	3,04±0,000 ^{ba}
6%	3,34±0,000 ^b	3,14±0,173 ^{ba}	3,04±0,000 ^{ba}

Keterangan: Nilai-nilai pada Tabel 2. standar deviasi merupakan rata-rata dari 3 kali ulangan. Nilai-nilai yang diikuti oleh huruf pada kolom maupun baris yang sama merupakan rata-rata yang tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) berdasarkan uji jarak berganda Duncan

Identifikasi Kapang

Hasil identifikasi jamur dengan berpedoman pada buku panduan Pit & Hocking (1997), ditemukan sebanyak empat isolat yang menunjukkan karakteristik yang berbeda. Adapun masing masing isolat terdiri dari dua pengamatan yaitu secara makroskopis dan mikroskopis.

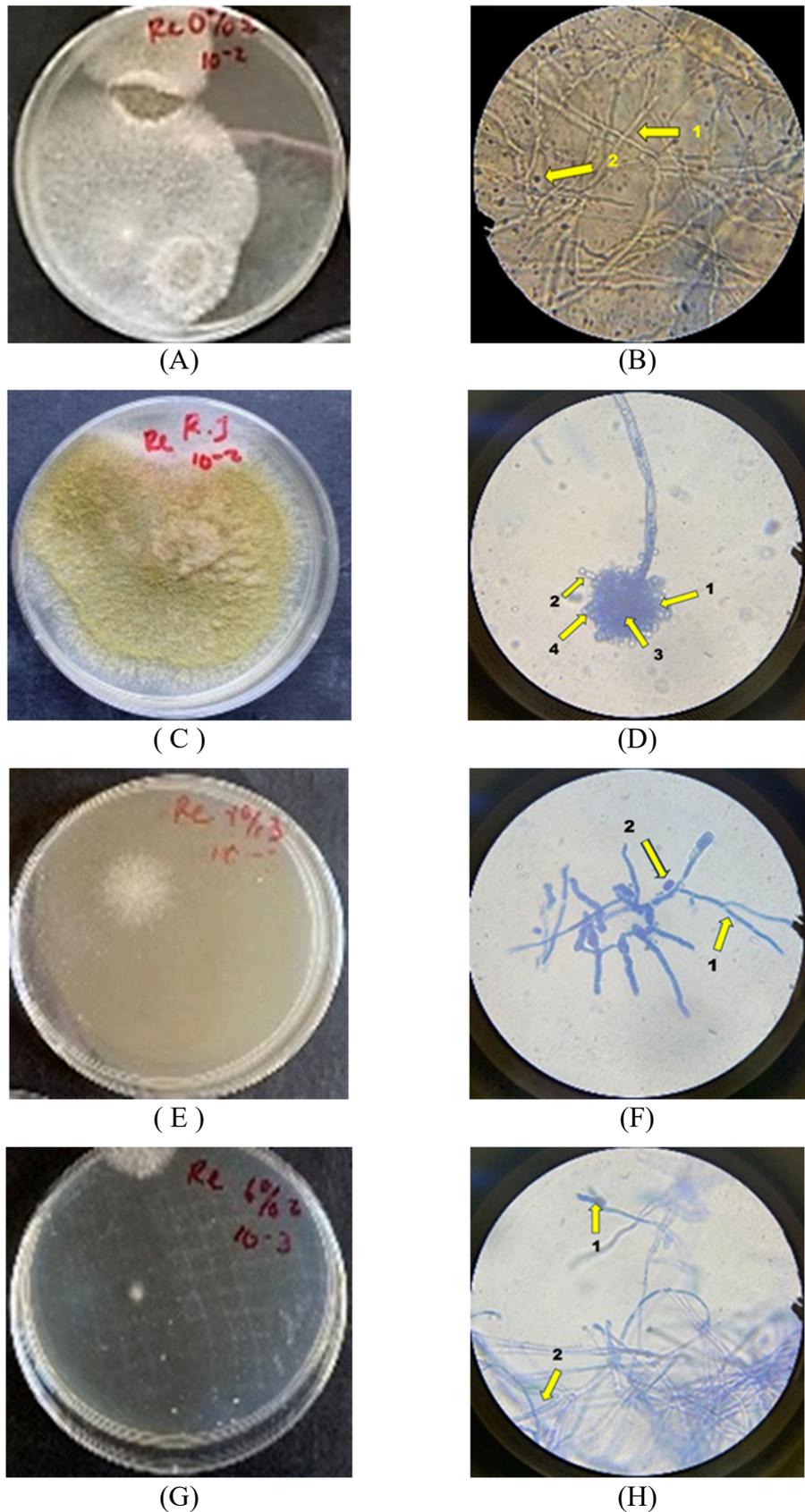
Isolat 1 menunjukkan karakteristik dari *Mucor* sp. yaitu secara makroskopis memiliki tekstur *wooly* berwarna putih dengan warna koloni coklat. Selain itu juga memiliki zona pertumbuhan dan tekorfites eksudat. Sedangkan secara mikroskopis ditemukan banyak klamidospora berwarna abu-abu dengan bentuk bulat dengan hifa yang tidak bersekat. Isolat ini ditemukan pada sampel tanpa penambahan bakteri (0%) pada penyimpanan T0. Isolat 2 menunjukkan karakteristik dari *Aspergillus* sp. yaitu secara makroskopis koloni berwarna hijau kekuningan dengan tekstur seperti beludru. Tidak memiliki garis radial, konsentris, maupun tetes eksudat. Sedangkan secara makroskopis terdapat konidiofor tegak, padat, aseptat, dan tidak bercabang. Konidia bulat, transparan dengan hifat aseptat. Isolat ini ditemukan pada konsentrasi 6% penyimpanan T2. Isolat 3 belum teridentifikasi jenisnya namun secara makroskopis koloni berwarna putih bertekstur kapas, warna sebalik putih orange dengan tepi rata dan berbentuk bulat. Sedangkan secara mikroskopis hifa bersekat dengan konidia bulat lonjong ujung tumpul. Isolat ini ditemukan pada konsentrasi 4% penyimpanan T2. Isolat 4 juga belum dapat teridentifikasi namun secara makroskopis koloni putih bertekstur seperti kapas dengan warna sebalik transparan. Secara mikroskopis struktur yang terlihat hifa dan konidia saja. Isolat ini ditemukan pada konsentrasi 6% penyimpanan T2.

Uji Kadar Protein dan Glukosa

Hasil dari uji protein pada T0 menunjukan sedikit peningkatan seiring dengan penambahan *L. plantarum*. Kadar protein tertinggi di T0 diperoleh pada penambahan konsentrasi *L. plantarum* 6% yaitu sebesar 18,56% bb. Secara umum juga terjadi peningkatan kadar protein selama penyimpanan dari T0 sampai T2. Kandungan protein tertinggi terdapat pada mie kering yang disimpan selama 10 hari dengan pemberian *L. plantarum* 6% yaitu sebesar 20,36% bb. Sedangkan kadar glukosa mie kering di masing-masing konsentrasi *L. plantarum* di penyimpanan T0 dan T2 menunjukkan hasil yang fluktuatif.

Tabel 3. Hasil uji protein dan glukosa produk mie kering pada penyimpanan 0 hari (T0) dan penyimpanan 10 hari (T2)

Kode Sampel	Lama Penyimpanan (Hari)			
	T0		T2	
	Kadar Protein (%bb)	Kadar Glukosa (%bb)	Kadar Protein (%bb)	Kadar Glukosa (%bb)
0 %	16,40	80,67	16,05	79,87
2 %	17,13	84,60	18,13	83,16
4 %	18,40	82,61	20,04	81,56
6 %	18,56	79,72	20,36	78,84



Gambar 1. (A)-(B) Isolat 1 Makroskopis *Mucor sp.* dan Mikroskopis *Mucor sp.* (1. Miselium, 2. Khlamidospora), (C)-(D) Isolat 2 Makroskopis *Aspergillus sp.* dan Mikroskopis *Aspergillus sp.* (1. Konidiofor, 2. Fialid, 3. Vesikel, dan 4. Konidia), (E)-(F) Isolat 3 Makroskopis jamur 1 dan Mikroskopis jamur 1 (1. Hifa dan 2. Konidia), (G)-(H) Isolat 4 Makroskopis jamur 2 dan Mikroskopis jamur 2 (1. Hifa, 2. Konidia).

PEMBAHASAN

Berdasarkan uji konfirmatif bakteri *L. plantarum* melalui pewarnaan Gram, menunjukkan kelompok bakteri Gram positif dengan bentuk sel batang seperti yang disajikan pada Gambar 1. Menurut Bergey et al. (1994), ciri-ciri dari genus *Lactobacillus* adalah berbentuk batang, Gram positif, *facultative anaerob*, dengan ciri koloni ukuran 2-5 mm, *convex*, *entire*, keruh dan tanpa pigmen. Utama et al. (2018) menambahkan bahwa bakteri *L. plantarum* membentuk koloni selnya berbentuk rantai. Ciri-ciri tersebut sesuai dengan hasil pengujian konfirmatif pada Gambar 1 yang menunjukkan bahwa bakteri berbentuk batang, Gram positif dan selnya berkoloni membentuk struktur rantai. Sehingga dapat dikatakan dari pewarnaan Gram dan bentuk sel bahwa uji konfirmasi dari *L. plantarum* yang digunakan adalah sudah benar.

Hasil uji katalase menunjukkan bahwa isolat yang didapatkan merupakan katalase negatif ditandai dengan tidak terbentuknya gelembung udara (oksigen). Bakteri Asam Laktat merupakan kelompok bakteri yang tidak memiliki enzim katalase, namun mengandung enzim peroksidase untuk mereduksi H_2O_2 yang bersifat toksik menjadi H_2O . Berbeda dengan enzim katalase yang secara langsung mengkatalisis H_2O_2 menjadi H_2O dan O_2 , enzim peroksidase membutuhkan reduktan seperti NADH untuk mengkatalisis H_2O_2 menjadi H_2O (Hariani, 2013).

Penelitian ini tidak dilakukan pengukuran derajat keasaman dari tepung jagung pada saat proses fermentasi dengan menambahkan starter bakteri *L. plantarum*, sehingga sulit menentukan berapa nilai derajat keasaman diawal tepung jagung sebagai bahan dasar pembuatan mie kering. Pengukuran derajat keasaman baru dilakukan setelah produk mie dibuat dimana menunjukkan hasil rata-rata pH awal di hari ke 0 (T_0) pada semua perlakuan nilai pH nya adalah 7. Ada kemungkinan pada saat dilakukan fermentasi tepung jagung dengan menambahkan starter bakteri *L. plantarum* terjadi penurunan nilai derajat keasamannya (pH) tetapi karena ada beberapa komponen dalam pembuatan mie kering derajat keasamannya meningkat sampai netral. Derajat keasaman (pH) mie kering yang berasal dari tepung jagung yang diinokulasikan bakteri *L. plantarum* yang disimpan selama 0 hari, 5 hari dan 10 hari menunjukkan derajat keasaman mengalami sedikit penurunan pH. Terjadinya penurunan pH pada mie kering pada perlakuan penambahan *L. plantarum* selama penyimpanan, ada indikasi peran bakteri *L. plantarum* dalam menguraikan substrat untuk menghasilkan produk-produk asam. Produk-produk asam ini salah satu indikator yang menyebabkan terjadinya penurunan.

Berdasarkan hasil analisis statistik (ANOVA) diperoleh tidak ada pengaruh yang signifikan ($p > 0,05$) formulasi tepung jagung yang difermentasi dengan beberapa konsentrasi *L. plantarum* terhadap derajat keasaman (pH) mie kering. Tetapi secara angka tampak terjadi penurunan yang sedikit pada derajat keasamannya. Hal ini diduga disebabkan ada sedikit aktivitas pertumbuhan bakteri *L. plantarum* yang terkandung pada tepung jagung hasil fermentasi sebagai dasar pembuatan mie kering. Pada penelitian ini perlu dilakukan pembuktian kehadiran bakteri *L. plantarum* sebelum dilakukan proses penyimpanan. Kurangnya aktivitas *L. plantarum* dalam substrat mie kering yang disimpan diduga disebabkan oleh dua faktor yaitu suhu (faktor lingkungan) dan komposisi substrat. Sumber glukosa dalam bentuk polisakarida (pati) menjadi kesulitan bagi bakteri *L. plantarum* untuk menurunkan derajat keasaman, dibandingkan dengan glukosa dalam bentuk disakarida atau monosakarida. Keberadaan polisakarida menghambat aktivitas *L. plantarum* karena proses metabolisme berlangsung lebih lama disebabkan adanya pemutusan ikatan

glikosida terlebih dahulu sebelum pembentukan asam laktat (Maryati et al., 2016). Daya hambat tersebut menyebabkan *L. plantarum* tidak mampu bertahan hidup secara maksimal dalam aktivitas metabolisme menghasilkan asam laktat.

Adanya dugaan senyawa metabolit sekunder tertentu yang terkandung dalam mie kering yang berbahan rambut jagung dapat juga menyebabkan kurang maksimalnya pertumbuhan bakteri *L. plantarum*. Menurut Damayanti et al. (2021), diduga bahwa rambut jagung mengandung senyawa alkaloid. Sebagian besar senyawa alkaloid bersifat basa tergantung adanya pasangan elektron bebas pada atom nitrogen, apabila suatu gugus fungsional berdekatan dengan nitrogen bersifat pendorong elektron misalnya gugus alkil, maka elektron pada atom nitrogen akan naik yang mengakibatkan senyawa tersebut lebih bersifat basa (Tengo et al., 2013). Kandungan senyawa ini diduga dapat menghambat pertumbuhan aktivitas bakteri yang ditambahkan dalam produk mie kering tersebut. Penurunan pH juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti kadar air. Air yang terkandung di dalam substrat juga mempengaruhi pH karena mengandung zat seperti oksigen terlarut, CO₂, dan bikarbonat yang mempengaruhi metabolisme dekomposisi senyawa organik.

Rata-rata populasi kapang dinyatakan dengan AK (Angka Kapang). Nilai AK pada mie kering yang diinokulasikan *L. plantarum* selama penyimpanan 0 hari (T₀) sampai (T₂) tertinggi pada pemberian *L. plantarum* konsentrasi 0% dengan lama penyimpanan T₀ (0 hari) yaitu sebesar 3,40±0,109 log CFU/g. Kandungan AK terendah pada mie kering didapat pada perlakuan konsentrasi *L. plantarum* 2%; 4%; dan 6%; dengan lama penyimpanan 10 hari yaitu masing-masing sebesar 3,04±0.000 log CFU/g seperti yang disajikan pada Tabel 3. Secara umum semakin besar konsentrasi *L. plantarum* yang diberikan dan semakin lama penyimpanan memberikan kontribusi terhadap penurunan kandungan AK pada mie kering. Berdasarkan analisis statistik (ANOVA), tampak ada pengaruh yang signifikan perlakuan lama penyimpanan terhadap jumlah angka kapang (AK) pada mie kering, namun pada perlakuan konsentrasi *L. plantarum* pada mie kering tidak memberikan pengaruh secara statistik tetapi secara angka sedikit terjadi perbedaan. Hasil uji Duncan diperoleh informasi pada penyimpanan 5 hari dan 10 hari jumlah kandungan AK tidak terjadi perbedaan yang nyata ($p>0,05$), sedangkan pada penyimpanan pada T₀ (0 hari) terjadi perberbedaan nyata ($p<0,05$) dengan perlakuan penyimpanan mie kering pada T₁ dan T₂.

Metabolit sekunder yang dihasilkan bakteri *L. plantarum* selama proses fermentasi rambut jagung sebagai dasar pembuatan mie kering diduga berpotensi menghambat pertumbuhan kapang, tetapi hal ini perlu juga pembuktian. Jumlah AK pada penelitian ini, dapat dilihat terjadinya penurunan jumlah AK pada mie kering selama penyimpanan. Menurut Suwayvia (2017) bahwa metabolit sekunder yang dihasilkan *L. plantarum* adalah senyawa protein antifungi berupa bakteriosin. Selanjutnya Mubarak et al. (2019) menyatakan denaturasi sel fungi oleh bakteriosin mengakibatkan rusaknya susunan dan perubahan mekanisme permeabilitas dari mikrosom, lisosom dan dinding sel. Artinya, senyawa kurkumin pada rambut jagung dapat menghambat sintesis protein pembentuk dinding sel.

Bakteriosin dapat berperan sebagai anti mikroba dan menjadi salah satu senyawa utama pada rambut jagung dengan aktivitas bioaktif terhadap beberapa spesies jamur termasuk kapang. Penambahan *L. plantarum* secara angka menunjukkan penurunan pada AK pada mie sejalan dengan penambahan kadar bakteri yang diinokulasi. Peraturan Badan POM No 13 Tahun 2019 tentang batas maksimal cemaran mikroba dalam pangan olahan pada produk mie kering yaitu

sebesar 10^4 CFU/g atau $4,00 \pm 0,00$ log CFU/g, yang artinya produk ini masih memenuhi standar kelayakan konsumsi.

Saat penentuan jumlah AK dimasing-masing perlakuan ditemukan 4 isolat dengan ciri yang berbeda. Isolat pertama teridentifikasi jamur *Mucor* sp. yang ditemukan pada pengamatan AK 0 hari konsentrasi 0%. Secara makroskopis *Mucor* sp. memiliki koloni bertekstur *gey* berwarna putih dengan sebalik koloni memberikan warna coklat pada media cawan, memiliki zona pertumbuhan (*growing zone*) dan tetes eksudat (*exudate drops*). Secara mikroskopis, struktur yang terlihat yaitu miselium dan Klamidospora. Klamidospora banyak dan terdapat di dalam hifa dengan warna abu-abu, bulat dan hifa yang tidak bersekat (Putra et al., 2020). Hasil pengamatan secara makroskopis dan mikroskopis ini diduga masuk ke dalam genus *Mucor*. Hal ini sesuai dengan Singleton & Sainsbury (2006) yang menjelaskan bahwa ciri khas pada *Mucor* adalah memiliki sporangium yang berkolom-kolom atau kolumela.

Berdasarkan pengamatan secara kualitatif, keberadaan *Mucor* merupakan genus jamur yang paling banyak ditemukan. *Mucor* sp. merupakan jenis jamur yang dapat tumbuh dimanapun dalam lingkungan. Berbagai macam spesies dari ordo *Mucorales* ini umumnya tumbuh pada bahan organik yang membusuk seperti roti berjamur. Prevalensi yang tinggi dari organisme ini dalam lingkungan mengakibatkan pencemaran secara umum termasuk pada bahan makanan (Mizana et al., 2016). Jamur *Mucor* dapat menyebabkan penyakit mukormikosis. Mukormikosis adalah penyakit yang disebabkan oleh jamur *Mucorales* yang menyerang organ hidung dan sekitarnya (*rhino-orbita* dan *rhino-orbito-cerebral*), jaringan lunak dan paru. Selain itu juga dilaporkan dapat menginfeksi saluran cerna, otak, jantung, ginjal, hati, limpa dan saluran empedu.

Isolat ke 2 teridentifikasi jamur *Aspergillus* sp. yang ditemukan pada mie kering konsentrasi 0% dan lama penyimpanan selama 10 hari (T2). Secara makroskopis koloni berwarna putih dengan warna sebalik koloni yang transparan atau hialin. Koloni bertekstur granular dan tidak memiliki garis-garis radial, memiliki zona pertumbuhan (*growing zone*), tetes eksudat (*exudate drops*) dan zonasi. Secara mikroskopis memiliki struktur konidiofor, fialid, vesikel dan konidia. Konidiofornya tegak, padat, aseptate dan tidak bercabang. Konidia berbentuk bulat hingga elips dan berwarna hialin serta memiliki hifa yang tidak bersepta. Konidianya tersusun atas rangkaian berbentuk kolumnar dan radiate (menyebar). Ciri-ciri tersebut sesuai dengan panduan dari buku Pitt & Hocking (1997). *Aspergillus* merupakan jamur yang mampu hidup pada media dengan derajat keasaman dan kandungan glukosa yang tinggi. *Aspergillus* sp. sering ditemukan pada bahan pakan yang disimpan di dalam gudang dengan kelembaban tinggi (Praja & Yudhana, 2017).

Isolat 3 ditemukan pada AK hari ke-10 dengan konsentrasi bakteri 4%. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan genus dari jamur ini belum dapat teridentifikasi. Hal ini karena masih terbatasnya pengamatan pada gambar dan struktur jamur. Secara makroskopis koloni berwarna putih dengan tekstur seperti kapas, warna putih orange, tepi koloni rata dengan bentuk koloni bulat. Struktur jamur mikroskopis yang teramati yaitu hifa dan konidia. Karakter warna miselium hialin, hifa bersekat dengan konidia bulat lonjong dengan ujung tumpul. Demikian juga Isolat 4 ditemukan pada AK hari ke-10 dengan konsentrasi bakteri 6%. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan terlihat secara makroskopis koloni jamur berwarna putih, tekstur seperti kapas dan warna koloni hialin. Secara mikroskopis jamur memiliki struktur hifa dan konidia yang dapat diamati meskipun demikian genus dari jamur tersebut juga tidak teridentifikasi.

Jika dilihat kadar glukosa tepung rambut jagung sebelum penambahan tepung terigu adalah sebesar 61,25% bb. Setelah dilakukan penambahan tepung terigu pada konsentrasi *L. plantarum* 0% dan kondisi T0 adalah sebesar 80,67 %bb. Hal ini terjadi peningkatan sebesar 19,42%. Peningkatan ini disebabkan oleh adanya penambahan tepung terigu pada saat adonan sebelum mie kering itu dibuat. Menurut Kent (1983), dalam 100 g tepung terigu terdapat kandungan glukosa sebanyak 74 g. Kandungan glukosa sekitar 74% pada tepung terigu ini menjadikan tepung terigu sebagai salah satu sumber glukosa.

Hal sebaliknya terjadi pada tepung rambut jagung tanpa pemberian tepung terigu dimana diperoleh kadar proteinnya sebesar 16,40% bb. Jika dilihat dari kadar protein pada tepung rambut jagung sebelum mie tersebut dibuat yaitu sebesar 18,68% bb. Berdasarkan informasi tersebut tampak terjadi penurunan kadar protein. Adanya penambahan tepung terigu sebagai sumber glukosa saat pembuatan mie diduga merupakan penyebab terjadinya penurunan kadar protein yang terkandung. Hal lain yang menyebabkan penurunan kadar protein adalah terjadinya interaksi protein dengan molekul lain saat pembuatan mie berlangsung.

Berdasarkan Tabel 3, pemberian *L. plantarum* menyebabkan kadar glukosa yang fluktuatif (naik-turun). Kadar glukosa dengan kondisi T0 tertinggi diperoleh pada perlakuan konsentrasi *L. plantarum* sebesar 2%. Kondisi T0 merupakan kondisi pada hari awal perlakuan sehingga kadar glukosa ini dihitung sebagai kondisi awal kandungan glukosa. Kadar glukosa pada perlakuan 0%, 4%, dan 6% berturut-turut adalah 80,67%; 82,61%; dan 18,56% bb.

Tabel 3 menunjukkan bahwa pada kondisi T0, kadar protein (protein kasar) mengalami kenaikan seiring dengan penambahan konsentrasi *L. plantarum* sebesar 2%, 4%, dan 6%. Karena T0 merupakan kondisi awal sebelum masa penyimpanan berlangsung, maka kenaikan kadar protein ini dapat disebabkan oleh adanya keberadaan *L. plantarum* tersebut yang berkontribusi sebagai *single cell protein* (SCP) yang menyebabkan kadar protein mengalami peningkatan pada saat kadarnya diuji. Protein sel tunggal (PST) adalah istilah yang digunakan untuk protein yang berasal dari mikroba seperti jamur dan bakteri (Purwaningtyas, 2019).

Kadar glukosa berdasarkan perlakuan masa penyimpanan (T) semuanya menunjukkan penurunan kadar (Data dapat dilihat di Tabel 3). Penurunan ini disebabkan oleh adanya metabolisme yang dilakukan oleh *L. plantarum* dalam mendegradasi glukosa menjadi asam laktat. Berdasarkan penelitian Mugiawati et al. (2013) menyatakan BAL akan mengubah glukosa atau karbohidrat sederhana menjadi asam laktat menghasilkan pH yang lebih asam ditandai dengan penurunan pH (Tabel 1). Mekanisme perubahan glukosa menjadi asam laktat ini dapat berlangsung secara *direct* (langsung). Sedangkan untuk kadar protein berdasarkan perlakuan masa penyimpanan (T) semuanya mengalami peningkatan kadar kecuali pada perlakuan A1T (variabel kontrol). Perlakuan konsentrasi 0% (A1T) menunjukkan penurunan kadar sebesar 0,35%. Penurunan ini disebabkan karena A1T merupakan kondisi awal sebelum pemberian bakteri dan masa penyimpanan berlangsung sehingga tidak terjadi peningkatan kadar protein akibat metabolisme bakteri. Peningkatan kadar protein ini dapat disebabkan oleh adanya proses metabolisme dari bakteri *L. plantarum*. *Lactobacillus. plantarum* mampu menghasilkan komponen seluler berupa protein kasar. Kenaikan kadar protein pada perlakuan 2%, 4%, dan 6% berturut-turut sebesar 1,00%;1,64%; dan 1,80%.

Berdasarkan data jumlah AK (Angka Kapang), secara statistik menyebutkan bahwa tidak terlihat adanya pengaruh secara nyata dari penambahan *L. plantarum* namun secara angka jumlah koloni kapang terjadi penurunan selama penyimpanan. Metabolit sekunder yang dihasilkan bakteri *L. plantarum* selama proses fermentasi rambut jagung sebagai dasar pembuatan mie kering diduga berpotensi menghambat pertumbuhan kapang, tetapi hal ini perlu juga pembuktian. Jumlah AK pada penelitian ini, dapat dilihat terjadinya penurunan jumlah AK pada mie kering selama penyimpanan. Menurut Suwayvia (2017) bahwa metabolit sekunder yang dihasilkan *L. plantarum* adalah senyawa protein antifungi berupa bakteriosin. Selanjutnya Mubarak et al. 2019 menyatakan denaturasi sel fungi oleh bakteriosin mengakibatkan rusaknya susunan dan perubahan mekanisme permeabilitas dari mikrosom, lisosom dan dinding sel. Artinya, senyawa kurkumin pada rambut jagung dapat menghambat sintesis protein pembentuk dinding sel.

SIMPULAN

Bakteri Asam Laktat (BAL) *Lactobacillus plantarum* dan lama penyimpanan tidak berpengaruh ($p > 0,05$) terhadap derajat keasaman (pH) mie kering. Kandungan AK pada mie kering secara statistik hanya dipengaruhi oleh lama penyimpanan. Kadar glukosa dan protein tepung rambut jagung masing-masing sebesar 61,25% bb dan 18,68% bb. Setelah diberikan perlakuan pada T0 kadar glukosa dan protein menunjukkan peningkatan. Tetapi kadar glukosa menurun setelah penyimpanan mie kering pada hari ke-10 (T2) dan terjadi sebaliknya pada kadar protein.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Koordinator Progam Studi Biologi FMIPA Universitas Udayana yang telah menyediakan sarana dan fasilitas dalam penelitian ini dan kepada Dosen Pembimbing yang memberikan masukan dan saran selama penelitian

KEPUSTAKAAN

- Asiah N, Cempaka L, David W. 2018. *Panduan Praktis Pendugaan Umur Simpan Produk Pangan*. Jakarta: Penerbitan Universitas Bakrie.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia (BPOM RI). 2019. *Metode Analisis PPOMN Tahun 2019*. Jakarta.
- Badan Pusat Statistik (BPS). *Harga Mie Instan Kering Tahun 2022.2022*. <https://www.bps.go.id/indicator/5/2106/1/rata-rata-konsumsi-perkapita-seminggu-menurut-kelompok-bahan-makanan-lainnya-per-kabupaten->. (Diakses pada tanggal 10 November 2022)
- Bergey DH, John GH. 1994. *Bergey's manual of determinative bacteriology*. Baltimore: Williams and Wilkins.
- Damayanti EA, Nurlena, Gusnadi D. 2021. Pemanfaatan Limbah Rambut jagung Dalam Pembuatan Healthy Cookies Untuk Penderita Diabetes dan Kolesterol Tinggi. *E-Proceeding of Applied Science*. 7 (5): 1648-1656.
- Febbiyanti TR, Widodo W, Wiyono S, Yahya S. 2019. Pengaruh Ph Dan Waktu Penyimpanan Terhadap Pertumbuhan Lasiodiplodia Theobromae Penyebab Kanker Batang Tanaman Karet. *Jurnal Penelitian Karet*. 37(1): 1– 10. <https://doi.org/10.22302/ppk.jpk.v37i1.615>
- Kent, N.L. 1983. *Technology of Cereal (3rd ed)*. Sydney: Pergamon Press.
- Kurniawati A. 2021. Pengaruh Takaran Bokashi Kiambang (*Salvinia molesta* Mitch.) Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung Manis (*Zea mays saccharata* Sturt.) Varietas Bonanza F1. *Skripsi*. Universitas Siliwangi, Tasikmalaya
- Kusriani H, Marliani L, Apriliani E. 2017. *Aktivitas Antioksidan dan Tabir Surya dari Tongkol dan Rambut Jagung (Zea mays)*. Bandung: Sekolah Tinggi Farmasi Bandung.
- Mahardhika WA, Dion R, Naufal MFQ, Ramadhany W, Lunggani AT. 2022. Isolation and Characterization of Mold on Furniture in Biological Laboratory Environment Using

- Contact Plate Method. *Jurnal Biologi Tropis*, 22(3), 765–772. <https://doi.org/10.29303/jbt.v22i3.3416>
- Maryati Y, Nuraida L, Dewanti-Hariyadi R. 2016. A Study in Vitro of Lactic Acid Bacteria (LAB) Isolates on Cholesterol Lowering Ability in the Presence of Oligosaccharides. *Agritech*. 36(2): 196–205.
- Mizana DK, Suharti N, Amir A. 2016. Identifikasi Pertumbuhan Jamur *Aspergillus* sp Pada Roti Tawar Yang Dijual Di Kota Padang Berdasarkan Suhu Dan Lama Penyimpanan. *Jurnal Kesehatan Andalas*. Vol. 5. No. 2. 355 – 360.
- Mubarak Z, Gani B A, Mutia. 2019. Daya Hambat Kunyit (*Curcuma Longa* Linn) Terhadap Pertumbuhan *Candida albicans*. *Cakradonya Dental Journal*. 11(1): 1–7. <https://doi.org/10.24815/cdj.v11i1.13621>
- Mugiawati RE, Suwarno, Nur H. 2013. Kadar air dan pH silase rumput gajah pada hari ke-21 dengan penambahan jenis additive dan bakteri asam laktat. *Jurnal Ilmiah Peternakan*. 1(1): 201-207
- Pitt J, Hocking IA. 1997. *Fungi and Food Spoilage*. Blackie Academic and profesional Press. London.
- Praja R N, Yudhana A. 2017. Isolasi dan identifikasi *Aspergillus* Spp. pada paru-paru ayam isolation and identification of *Aspergillus* Spp. from the lungs of native chicken which sell in Banyuwangi Market. *Jurnal Medik Veteriner*, 1(1), 6–11.
- Purwaningtyas YR. 2019. Produksi Protein Sel Tunggal *Gluconacetobacter xylinus* dengan Medium Limbah Cair Tempe Menggunakan Metode Air - Lift Bioreactor. Skripsi. Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta.
- Pusat Data dan Sistem Informasi (Pusdatin) Kementan. 2020. *Luas Tanam dan Panen Jagung Tahun 2020*. <https://pusdatin.setjen.pertanian.go.id/> (Diakses pada tanggal 12 September 2022).
- Putra G W, Ramona Y, Proborini MW. 2020. Eksplorasi Dan Identifikasi Mikroba Pada Rhizosfer Tanaman Stroberi (*Fragaria x ananassa Dutch*.) Di Kawasan Pancasari Bedugul. *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences*, 7(2), 62. <https://doi.org/10.24843/metamorfosa.2020.v07.i02.p09>
- Singleton and Sainsbury. 2006. *Dictionary of Microbiology and Molecular Biology 3rd Edition*. Sussex, England: John Wiley and Sons.
- Subekti NA, Syafruddin N, Efendi, Sunarti S. 2008. Morfologi Tanaman dan Fase Tanaman Jagung. *Balai Penelitian Tanaman Serealia*. Maros. 16- 28
- Suwayvia N. 2017. *Produksi Bakteriosin Asal Lactobacillus plantarum FNCC 0020 Sebagai Antimikroba dan Stabilitasnya pada Variasi Suhu Pemanasan, Suhu Penyimpanan dan pH*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang
- Tengo N A, Bialangi N, Suleman N. 2013. Isolasi Dan Karakterisasi Senyawa Alkaloid Dari Daun Alpukat (*Persea americana mill*). *Jurnal Sainstek*. 7(1): 71–82.
- Utama CS, Zuprizal, Hanim C, Wihandoyo. 2018. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat Selulolitik yang Berasal dari Jus Kubis Terfermentasi. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 7(1): 1-6.