

## PEMANFAATAN *Leuconostoc mesenteroides* DAN *Lactobacillus plantarum* 1 DALAM PEMBUATAN PIKEL PROBIOTIK UMBI BENGGUANG

### THE UTILIZATION OF *Leuconostoc mesenteroides* AND *Lactobacillus plantarum* 1 IN MAKING JICAMA PROBIOTIC PICKLE

Dini Elfiani Puteri<sup>1\*</sup>, Yusmarini<sup>1</sup>, dan Usman Pato<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian  
Fakultas Pertanian, Universitas Riau, Kode Pos 28293, Pekanbaru, Indonesia

#### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui *Leuconostoc mesenteroides* dan *Lactobacillus plantarum* 1 yang sesuai terhadap kualitas mikrobiologi dan sensori pikel probiotik umbi bengkuang. Penelitian ini dilakukan secara eksperimen dengan menggunakan rancangan acak lengkap dengan empat perlakuan dan empat ulangan. Perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini adalah P0 (penambahan *Leuconostoc mesenteroides*), P1 (penambahan *Leuconostoc mesenteroides*+*Lactobacillus plantarum*1 RN1-23121), P2 (penambahan *Leuconostoc mesenteroides* + *Lactobacillus plantarum* 1 RN2-53), P3 (penambahan *Leuconostoc mesenteroides* + *Lactobacillus plantarum* 1 RN2-12112). Data dianalisis dengan ANOVA, selanjutnya dianalisis dengan *Duncan's New Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf = 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan *Lactobacillus plantarum* 1 dengan sifat amilolitik yang berbeda berpengaruh nyata terhadap keasaman (pH), asam laktat, total bakteri asam laktat, serta penilaian deskriptif dan sensorik hedonik warna, aroma, kerenyahan, rasa, dan keseluruhan. Perlakuan terpilih adalah P3 (penambahan *Leuconostoc mesenteroides* + *Lactobacillus plantarum* 1 RN2-12112) dengan pH 2,80, asam laktat 0,98%, total bakteri asam laktat 9,57 log CFU/ml dengan ciri sensori warna putih kekuningan, aroma khas fermentasi, renyah, rasa asam, dan penilaian hedonik secara keseluruhan disukai oleh panelis.

**Kata Kunci:** pikel, probiotik, *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus plantarum*, umbi bengkuang

#### ABSTRACT

The purpose of this research was to determine the appropriate *Leuconostoc mesenteroides* and *Lactobacillus plantarum* 1 strains on the microbiological and sensory quality of the probiotic pickles. The research was conducted experimentally by using a completely randomized design with four treatments and four replications. The treatments used in this study were P0 (addition of *Leuconostoc mesenteroides*), P1 (addition of *Leuconostoc mesenteroides* + *Lactobacillus plantarum* 1 RN1-23121), P2 (addition of *Leuconostoc mesenteroides* + *Lactobacillus plantarum* 1 RN2-53), P3 (addition of *Leuconostoc mesenteroides* + *Lactobacillus plantarum* 1 RN2-12112). The data were analyzed by ANOVA, it was then analyzed by *Duncan's New Multiple Range Test* (DNMRT) at  $\alpha=5\%$  level. The results showed that the addition of *Lactobacillus plantarum* 1 strains with different amylolytic properties significantly affected acidity (pH), lactic acid, total lactic acid bacteria, as well as descriptive and hedonic sensory assessments of color, aroma, crispness, taste, and overall. The selected treatment was P3 (addition of *Leuconostoc mesenteroides* + *Lactobacillus plantarum* 1 RN2-12112) with pH 2.80, lactic acid 0.98%, total lactic acid bacteria 9.57 log CFU/ml with sensory characteristics of yellowish white color, distinctive fermented aroma, crunchy, sour taste, and overall assessment of hedonic was favored by the panelist

**Keywords:** pickle, probiotic, *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus plantarum* 1, jicama

---

\*Penulis Korespondensi:  
puteridinielfiani@gmail.com

## PENDAHULUAN

Pangan fungsional merupakan makanan yang mempunyai pengaruh positif karena mengandung komponen zat tertentu yang baik bagi kesehatan tubuh. Howlett (2008) menyatakan bahwa salah satu syarat pangan disebut pangan fungsional adalah mempunyai fungsi yang baik untuk kesehatan serta mengurangi risiko penyakit. Salah satu produk pangan fungsional adalah pikel.

Pikel atau yang biasa dikenal dengan acar, sudah lama diketahui banyak orang. Pujimulyani (2009) menyatakan bahwa pikel merupakan olahan dari sayur-sayuran dan buah-buahan secara fermentasi atau tanpa fermentasi dengan menggunakan larutan garam. Buckle *et al.* (2013) menyatakan bahwa pengolahan asinan sayuran secara fermentasi melibatkan BAL terutama *Leuconostoc mesenteroides*. Konsentrasi garam yang digunakan dalam pengolahan pikel berbeda-beda seperti yang dilakukan Setiawan *et al.* (2013) menggunakan konsentrasi garam 3%, Rafsanjani dan Wikandari (2017) menggunakan konsentrasi garam 1%, dan Susilowati *et al.* (2018) menggunakan konsentrasi garam 2,5%.

Pengolahan pikel atau acar biasanya berbahan baku mentimun. Namun, saat ini pikel sudah banyak diolah menggunakan bahan pangan lain seperti umbi bengkuang. Umbi bengkuang merupakan umbi berwarna putih, mengandung cairan segar, dan bermanfaat bagi yang mengonsumsinya (Zanklan, 2003). Umbi bengkuang berpotensi dalam pengolahan pikel seperti halnya umbi yakon, karena kaya akan zat gizi dan mengandung karbohidrat terutama inulin, menurut Mahmud *et al.* (2018) inulin yang terkandung di dalam umbi bengkuang adalah 2,6 g per 100 g umbi bengkuang. Roberfroid (2007) menyatakan bahwa inulin bersifat fungsional oleh karena itu inulin tidak dapat dicerna di sistem pencernaan, tetapi dapat dimanfaatkan oleh mikroorganisme terutama bakteri asam laktat.

Beberapa BAL yang sering digunakan pada proses fermentasi bersifat probiotik. Pemanfaatan BAL probiotik juga bisa meningkatkan nilai fungsional pikel. *World Gastroenterology Organization* (2012) menyatakan bahwa salah satu BAL yang berperan sebagai probiotik diantaranya genus *Lactobacillus*. Salah satu BAL probiotik yang dapat dimanfaatkan dalam pembuatan pikel adalah

*Lactobacillus plantarum*.

Yusmarini *et al.* (2017) menyatakan di dalam hasil penelitiannya bahwa BAL *Lactobacillus plantarum* 1 yang diisolasi dari industri pengolahan pati sagu memiliki sifat amilolitik yang berbeda yaitu RN1-23121 yang bersifat amilolitik rendah, RN2-53 yang bersifat amilolitik menengah, dan RN2-12112 yang bersifat amilolitik tinggi. Symbolon *et al.* (2016) menyatakan bahwa *Lactobacillus plantarum* 1 termasuk ke dalam agensia probiotik, karena *Lactobacillus plantarum* 1 memiliki toleransi terhadap garam empedu dan tahan pada lingkungan asam hingga pH 2. Afriani *et al.* (2017) juga menambahkan bahwa *Lactobacillus plantarum* 1 bersifat sebagai antimikroba. Yusmarini *et al.* (2016) melaporkan bahwa strain *Lactobacillus plantarum* 1 tahan terhadap konsentrasi garam hingga 7,5%.

Yusmarini *et al.* (2019) telah melakukan pembuatan *sauerkraut* menggunakan *Lactobacillus plantarum* 1 dan *Leuconostoc mesenteroides*. *Sauerkraut* yang dihasilkan mempunyai nilai pH yang rendah hingga 3,03, total asam tertitrasi yang tinggi yaitu berkisar antara 0,25–0,41, dan disukai panelis. Tujuan penelitian adalah untuk menentukan kombinasi *Leuconostoc mesenteroides* dan beberapa strain *Lactobacillus plantarum* 1 dalam pembuatan pikel probiotik umbi bengkuang.

## BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah isolat bakteri *Leuconostoc mesenteroides* FNCC 0023 dan *Lactobacillus plantarum* 1 RN1-23121, *Lactobacillus plantarum* 1 RN2-53, *Lactobacillus plantarum* 1 RN2-12112 (koleksi pribadi dari Dr. Yusmarini S.Pt., M.P.). Media yang digunakan adalah MRS *broth* dan MRS agar. Bengkuang segar, garam dapur beryodium merek *Dolphin*, dan air mineral merek *Le Minerale* yang dibeli di Pasar Simpang Baru Panam, Pekanbaru. Bahan-bahan kimia yang digunakan untuk analisis meliputi akuades, larutan garam fisiologis 0,85%, NaOH 0,1 N, dan indikator *phenolptalein*.

Penelitian dilakukan secara eksperimen menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Perlakuan dalam penelitian adalah penambahan *Leuconostoc mesenteroides* dan beberapa strain *Lactobacillus plantarum* 1 yang terdiri dari P0 (penambahan *Leuconostoc mesenteroides* 5%),

P1 (penambahan *Leuconostoc mesenteroides* 2,5% dan *Lactobacillus plantarum* 1 RN1-23121 2,5%), P2 (penambahan *Leuconostoc mesenteroides* 2,5% dan *Lactobacillus plantarum* 1 RN2-53 2,5%), dan P3 (penambahan *Leuconostoc mesenteroides* 2,5% dan *Lactobacillus plantarum* 1 RN2-12112 2,5%). Masing-masing perlakuan diulang sebanyak empat kali sehingga diperoleh 16 unit percobaan.

### Pelaksanaan Penelitian

#### Sterilisasi peralatan

Peralatan yang akan disterilisasi dicuci terlebih dahulu dengan sabun dan air mengalir hingga bersih, kemudian dilakukan pengeringan menggunakan oven pengering pada suhu  $\pm 50-60^{\circ}\text{C}$ , dihindarkan dari debu dan kotoran lain. Peralatan kemudian dikeringkan, peralatan seperti tabung reaksi, pipet tetes, cawan petri, spatula, gelas ukur, serta gelas piala disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu  $121^{\circ}\text{C}$  selama 15 menit pada tekanan 15 psi. Tabung reaksi terlebih dahulu ditutup menggunakan kapas dan *aluminium foil* untuk gelas piala, gelas ukur, erlenmeyer, pipet tetes kaca, spatula, tip, dan cawan petri dibungkus menggunakan koran dan plastik kaca. Jarum ose disterilisasi dengan pemijaran di atas lampu bunsen sampai pijar.

#### Peremajaan bakteri

Masing-masing isolat BAL diambil menggunakan jarum ose yang telah dipijarkan. BAL kemudian diinokulasikan masing-masing isolat bakteri sebanyak satu ose ke dalam tabung reaksi yang telah berisi media MRS *broth* 5 ml, lalu diaduk menggunakan *automatic mixer* hingga homogen. Tabung reaksi yang sudah berisi isolat bakteri kemudian diinkubasi pada suhu  $37^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam di dalam inkubator sehingga diperoleh stok kultur aktif yang ditandai dengan berupa adanya endapan berwarna putih.

Produksi biomassa mengacu pada Pandey and Garg (2013). Kultur aktif hasil peremajaan bakteri diinokulasikan sebanyak 0,2 ml ke dalam tabung reaksi yang telah berisi 10 ml MRS *broth*, kemudian diinkubasi pada suhu  $37^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam. Pemanenan sel dilakukan dengan sentrifugasi selama 10 menit dengan kecepatan 4500 rpm. Media yang terpisah dari supernatan kemudian dibuang.

Pelet basah atau biomassa yang tersisa kemudian dicuci dengan memasukkan larutan garam fisiologis steril 0,85% lalu disentrifugasi, garam fisiologis yang terpisah lalu dibuang. Pelet basah yang dihasilkan ditambahkan akuades steril sebanyak 50 ml. Kemudian pelet basah yang ditambahkan akuades siap untuk didistribusikan.

#### Pembuatan larutan garam piksel probiotik

Pembuatan larutan garam untuk pembuatan piksel probiotik mengacu kepada Susilowati *et al.* (2018). Pembuatan larutan garam 2,5% dilakukan dengan cara menimbang garam sebanyak 10 g dan dimasukkan ke dalam gelas piala kemudian dilarutkan dengan air hingga volume menjadi 400 ml, lalu larutan diaduk hingga homogen. Larutan didistribusikan ke dalam empat botol jar steril masing-masing 100 ml.

#### Pembuatan piksel probiotik

Pembuatan piksel probiotik mengacu pada Rafsanjani dan Wikandari (2017). Umbi bengkuang dikupas kulitnya, dicuci bersih menggunakan air mengalir, dan dipotong berbentuk dadu dengan ukuran  $0,5 \times 0,5 \times 0,5$  cm. Umbi bengkuang ditimbang sebanyak 100 g, kemudian dimasukkan ke dalam botol jar steril yang telah berisi larutan garam 2,5%. Perbandingan umbi dan larutan garam yaitu 1:1. Kemudian dilakukan inokulasi kultur bakteri *Leuconostoc mesenteroides* dan *Lactobacillus plantarum* sesuai dengan perlakuan, kemudian diaduk hingga starter tersebar rata. Wadah selanjutnya ditutup rapat dan piksel probiotik selama 7 hari pada suhu ruang ( $\pm 25-30^{\circ}\text{C}$ ).

### Analisis Data

Model rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap. Data yang diperoleh dari hasil pengamatan akan dianalisis secara statistik, menggunakan uji *analysis of variance* (ANOVA). Jika F hitung lebih besar atau sama dengan F tabel, maka dilanjutkan dengan uji *Duncan's New Multiple Range Test* (DNMRT) dengan taraf 5% yang menggunakan aplikasi IBM SPSS *Statistics 25 for Windows*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil analisis kimia dan analisis mikrobiologis disajikan dalam Tabel 1. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan *Leuconostoc mesenteroides* dan *Lactobacillus plantarum* 1 dengan strain yang berbeda berpengaruh nyata terhadap derajat keasaman (pH), total asam tertitrasi (TAT), dan BAL.

### Derajat keasaman

Tabel 1 menunjukkan bahwa pH piksel probiotik berkisar antara 2,80–3,10. Piksel probiotik dengan perlakuan penambahan kombinasi *Leuconostoc mesenteroides* dan beberapa strain *Lactobacillus plantarum* 1 menghasilkan piksel dengan nilai pH yang lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan dengan penambahan *Leuconostoc mesenteroides* saja. *Lactobacillus plantarum* 1 yang bersifat amilolitik akan merombak pati yang terdapat pada umbi bengkuang, selanjutnya pati akan diubah menjadi asam-asam organik yang menyebabkan penurunan nilai pH. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Hattingh *et al.* (2015) bahwa BAL yang memiliki sifat amilolitik mampu mengoptimalkan proses fermentasi karbohidrat menjadi asam-asam organik.

Perbedaan nilai pH pada perlakuan dengan penambahan *Lactobacillus plantarum* 1 disebabkan karena kemampuan masing-masing strain untuk menghidrolisis karbohidrat menjadi asam-asam organik berbeda. Yusmarini *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa *Lactobacillus plantarum* 1 merupakan BAL yang mampu memanfaatkan pati sebagai substratnya. Pati yang merupakan sumber nutrisi yang dimanfaatkan oleh *Lactobacillus plantarum* 1,

selanjutnya akan dirombak menjadi gula-gula sederhana dan asam-asam organik. Semakin tinggi sifat amilolitiknya, maka akan semakin banyak amilosa yang diubah menjadi asam-asam organik yang akan berdampak pada penurunan nilai pH. Strain *Lactobacillus plantarum* 1 RN 2-53 dengan sifat amilolitik menengah dan *Lactobacillus plantarum* 1 RN2-12112 yang memiliki sifat amilolitik tertinggi. Vasiljevic dan Shah (2008) menambahkan bahwa selama fermentasi, BAL dapat menghasilkan komponen metabolit, seperti asam-asam organik yang menyebabkan penurunan nilai pH. Hasil penelitian ini tidak terlalu berbeda dengan hasil penelitian Zubaidah *et al.* (2020) yang melakukan pembuatan sauerkraut dengan penambahan kultur, *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus plantarum* serta *Lactobacillus plantarum* dan *Leuconostoc mesenteroides* dengan perbedaan jumlah garam sebanyak 0,5% dan 1% menghasilkan pH sebesar 3,4 hingga 2,4.

### Total asam tertirasi

Piksel probiotik pada Tabel 1 menunjukkan bahwa TAT piksel probiotik yang dihasilkan berkisar 0,69–0,98%. yang dibuat dengan penambahan *Lactobacillus plantarum* 1 menghasilkan TAT yang lebih tinggi dibandingkan dengan piksel probiotik tanpa penambahan *Lactobacillus plantarum* 1. Hal ini disebabkan tiga strain *Lactobacillus plantarum* 1 mempunyai tingkat kemampuan menghidrolisis pati yang terdapat pada umbi bengkuang. Pernyataan ini sejalan dengan Yusmarini *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa BAL *Lactobacillus plantarum* 1 juga memiliki sifat amilolitik yang berbeda yaitu RN1-23121 yang bersifat amilolitik rendah, RN2-53 yang bersifat amilolitik menengah, dan RN2-12112 yang bersifat amilolitik tinggi.

Tabel 1. Rata-rata derajat keasaman, total asam tertitrasi, dan total bakteri asam laktat piksel probiotik

Perlakuan	pH	TAT (%)	Total BAL (log CFU/ml)
P0 ( <i>Leu. mesenteroides</i> 5%)	3,10 <sup>c</sup>	0,69 <sup>a</sup>	9,17 <sup>a</sup>
P1 ( <i>Leu. mesenteroides</i> 2,5%+ <i>L. plantarum</i> 1 RN1-23121 2,5%)	2,93 <sup>b</sup>	0,78 <sup>b</sup>	9,41 <sup>b</sup>
P2 ( <i>Leu. mesenteroides</i> 2,5%+ <i>L. plantarum</i> 1 RN2-53 2,5%)	2,82 <sup>a</sup>	0,89 <sup>c</sup>	9,54 <sup>bc</sup>
P3 ( <i>Leu. mesenteroides</i> 2,5%+ <i>L. plantarum</i> 1 RN2-12112 2,5%)	2,80 <sup>a</sup>	0,98 <sup>d</sup>	9,57 <sup>c</sup>

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ )  
pH= derajat keasaman, TAT=total asam tertitrasi, BAL=bakteri asam laktat

Semakin tinggi sifat amilolitiknya maka akan semakin banyak amilosa yang diubah menjadi asam-asam organik maka, semakin tinggi jumlah total asam tertitrasi yang dihasilkan.

Nilai TAT pada produk fermentasi dapat ditentukan oleh karakteristik dan sifat dari asam organik yang dihasilkan oleh BAL. Hasil penelitian Kusumaningrum *et al.* (2015) menyatakan bahwa isolat *Lactobacillus plantarum* RN2-12112 dan *Lactobacillus plantarum* RN1-23121 termasuk ke dalam bakteri homofermentatif sedangkan isolat *Lactobacillus plantarum* RN2-53 termasuk ke dalam bakteri heterofermentatif. Menurut Suryani dan Taupiqurrahman (2021) produk akhir yang dihasilkan oleh fermentasi homofermentatif berupa asam laktat yang mana prosesnya dimulai dari perombakan glukosa dibantu dengan enzim aldolase, sedangkan pada fermentasi heterofermentatif selain menghasilkan asam laktat juga dihasilkan pula asam-asam organik lainnya seperti asam asetat, asam-asam volatil lainnya, etanol, karbondioksida dan prosesnya melibatkan enzim fosfoketolase. Hasil penelitian piksel probiotik ini lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian Yusmarini *et al.* (2019) yang menyatakan bahwa sauerkraut (asinan kubis) probiotik menghasilkan TAT berkisar 0,30–0,41%.

### Total bakteri asam laktat

Total BAL dalam suatu produk fermentasi menunjukkan jumlah bakteri yang mampu hidup dalam piksel probiotik. Tabel 1 menunjukkan bahwa total bakteri asam laktat piksel probiotik berkisar 9,17–9,57 log CFU/ml. Piksel probiotik perlakuan P0 yaitu tanpa penambahan strain *Lactobacillus plantarum* 1 berbeda nyata dengan perlakuan P1, P2, dan P3 yang ditambahkan *Lactobacillus plantarum* 1 dengan strain yang berbeda. Total BAL pada perlakuan P2 berbeda tidak nyata dengan perlakuan P1 dan P3, namun total BAL perlakuan P1 dan P3 saling berbeda nyata. Total BAL pada piksel probiotik menunjukkan bahwa perlakuan dengan penambahan *Lactobacillus plantarum* 1 lebih tinggi dibandingkan perlakuan dengan penambahan *Leuconostoc mesenteroides* saja. Hal ini dipengaruhi oleh sifat amilolitik pada isolat bakteri *Lactobacillus plantarum* 1 yang mampu memanfaatkan pati

pada umbi bengkuang. Yusmarini *et al.* (2017) menyatakan bahwa strain *Lactobacillus plantarum* 1 merupakan bakteri asam laktat yang memiliki sifat amilolitik, yaitu mampu memanfaatkan pati sebagai substratnya.

Penambahan strain *Lactobacillus plantarum* 1 pada piksel akan menghasilkan piksel probiotik yang mengandung BAL yang apabila dikonsumsi dapat memberikan efek baik bagi tubuh. Menurut hasil penelitian Simbolon *et al.* (2016) *Lactobacillus plantarum* 1 yang diisolasi dari industri pengolahan pati sagu termasuk agensia probiotik, karena *Lactobacillus plantarum* 1 memiliki toleransi terhadap garam empedu dan memiliki ketahanan pada lingkungan asam hingga pH 2. Kemudian Afriani *et al.* (2017) menambahkan bahwa *Lactobacillus plantarum* 1 bersifat sebagai antimikroba yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen. Yusmarini *et al.* (2016) melaporkan bahwa isolat *Lactobacillus plantarum* 1 tahan terhadap konsentrasi garam hingga 7,5%.

Pertumbuhan BAL piksel perlakuan P3 yang menggunakan *Lactobacillus plantarum* 1 RN2-12112 lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan P0 dan perlakuan P1, namun berbeda tidak nyata dengan perlakuan P2. Peningkatan total bakteri asam laktat berhubungan dengan sifat amilolitik dari masing-masing strain. Strain *Lactobacillus plantarum* 1 RN2-53 dan strain *Lactobacillus plantarum* 1 RN2-12112 mempunyai aktivitas amilolitik lebih tinggi dibanding strain *Lactobacillus plantarum* 1 RN1-23121. Semakin tinggi sifat amilolitik dari *Lactobacillus plantarum* 1 maka, semakin banyak substrat yang digunakan bakteri untuk tumbuh dan berkembang biak. Kumalasari *et al.* (2012) menyatakan bahwa sel bakteri asam laktat mampu hidup, tumbuh, dan membelah diri dalam jumlah yang maksimum. Hal ini dipengaruhi oleh kondisi nutrisi dan lingkungan di dalam media.

Tabel 1 juga menunjukkan bahwa total BAL yang dihasilkan berkisar 9,17–9,57 log CFU/ml, dimana total BAL pada piksel probiotik ini sudah memenuhi standar mutu produk yang bersifat probiotik. Winarno dan Fernandez (2007) menyatakan bahwa produk yang bersifat probiotik harus mengandung bakteri dengan jumlah minimal  $10^7$  CFU/ml atau setara dengan 7 log CFU/ml.

Jumlah total BAL yang dihasilkan pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian Rafsanjani dan Wikandari (2017) yang melaporkan bahwa piksel umbi yakon dengan penambahan *Lactobacillus plantarum* B1765 yang difermentasi selama 48 jam menghasilkan total BAL 8,51 log CFU/ml. Perbedaan nilai total BAL kemungkinan disebabkan oleh jenis BAL yang berbeda dan lama fermentasi yang digunakan pada piksel probiotik umbi bengkuang selama 7 hari, sedangkan piksel umbi yakon selama 0, 3, 24, dan 48 jam. Selanjutnya hasil penelitian piksel probiotik ini juga tidak terlalu berbeda dengan hasil penelitian Yang *et al.* (2020) menyatakan bahwa fermentasi kubis ungu (*purple cabbage sauerkraut*) yang ditambahkan ragi dan *Lactobacillus plantarum* yang diinkubasi selama 16 jam menghasilkan total BAL 9,04 log CFU/ml.

### Penilaian Sensori

Penilaian sensori bertujuan untuk memperoleh tanggapan panelis terhadap rangsangan yang diterima panca indera yang ditimbulkan oleh produk yang disajikan (Lawless dan Heymann, 2010). Penilaian sensori dilakukan secara deskriptif dan hedonik. Uji deskriptif bertujuan untuk mengetahui karakteristik piksel probiotik dengan penambahan bakteri *Leuconostoc mesenteroides* dan beberapa strain *Lactobacillus plantarum* 1 dengan sifat amilolitik yang berbeda terhadap warna, aroma, kerenyahan, serta rasa. Uji hedonik bertujuan untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap warna, aroma, kerenyahan, rasa, dan penilaian hedonik keseluruhan dengan rentang penilaian mulai dari sangat tidak suka sampai sangat suka.

### Warna

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan *Leuconostoc mesenteroides* dan beberapa strain *Lactobacillus plantarum* 1 dengan sifat amilolitik berbeda memberikan pengaruh nyata terhadap penilaian sensori terhadap warna piksel probiotik yang dihasilkan secara deskriptif dan juga secara hedonik.

Hasil penilaian panelis terhadap warna piksel probiotik berkisar antara putih hingga putih kekuningan dengan skor 1,00–2,00 (putih hingga putih kekuningan). Penambahan strain *Lactobacillus plantarum* 1 dalam pembuatan piksel probiotik menyebabkan warna menjadi putih kekuningan, warna putih yang dihasilkan berasal dari bahan baku umbi bengkuang yang digunakan. Zanklan (2003) menyatakan bahwa umbi bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) dikenal sebagai umbi berwarna putih, berbentuk bulat seperti gasing dengan kulit umbi tipis yang berwarna kuning pucat, dan bagian dalam yang berwarna putih dengan cairan segar dan agak manis.

Perubahan warna piksel probiotik menjadi putih kekuningan diduga karena adanya aktivitas mikroorganisme yang menghasilkan metabolit sehingga piksel menjadi berwarna putih kekuningan. Menurut hasil penelitian Fernández *et al.* (2010) strain *Lactobacillus plantarum* ATCC10241 pada produk piksel kubis (*cabbage pickle*) menghasilkan warna kekuningan dengan jumlah produksi karoten 6,33 mg/kg, sehingga membuat warna pada produk menjadi putih kekuningan hingga berwarna kuning. Hasil penelitian piksel probiotik ini sejalan dengan hasil penelitian Kohajdova dan Karovicova (2004) bahwa fermentasi kubis yang sudah diinokulasi *Lactobacillus plantarum* 92H dan *Saccharomyces cerevisiae* C11–3, juga mengalami perubahan warna menjadi agak kekuningan.

Tabel 2. Rata-rata skor penilaian sensori warna piksel probiotik

Perlakuan	Skor Warna	
	Deskriptif	Hedonik
P0 ( <i>Leu. mesenteroides</i> 5%)	1,00 <sup>a</sup>	3,97 <sup>b</sup>
P1 ( <i>Leu. mesenteroides</i> 2,5%+ <i>L. plantarum</i> 1 RN1-23121 2,5%)	1,53 <sup>b</sup>	3,83 <sup>ab</sup>
P2 ( <i>Leu. mesenteroides</i> 2,5%+ <i>L. plantarum</i> 1 RN2-53 2,5%)	1,93 <sup>c</sup>	3,73 <sup>ab</sup>
P3 ( <i>Leu. mesenteroides</i> 2,5%+ <i>L. plantarum</i> 1 RN2-12112 2,5%)	2,00 <sup>c</sup>	3,63 <sup>a</sup>

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ ). **Skor deskriptif** 1: Putih; 2: Putih kekuningan; 3: Kuning keputihan; 4: Kuning. **Skor hedonik** 1: Sangat tidak suka; 2: Tidak suka; 3: Agak suka; 4: Suka; 5: Sangat suka.

Tingkat kesukaan panelis terhadap warna juga berkisar antara 3,63–3,97 (suka). Tingkat kesukaan tertinggi terdapat pada perlakuan P0 yang berbeda nyata dengan perlakuan P3, tetapi berbeda tidak nyata dengan perlakuan P1 dan P2. Warna piksel probiotik dengan penambahan *Leuconostoc mesenteroides* lebih disukai dibandingkan dengan penambahan *Lactobacillus plantarum* 1, hal ini menunjukkan panelis lebih menyukai piksel probiotik yang berwarna putih. Hal ini diasumsikan karena warna putih menunjukkan kebersihan dan kecerahan pada produk pangan.

### Aroma

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan *Leuconostoc mesenteroides* dan beberapa strain *Lactobacillus plantarum* 1 dengan sifat amilolitik yang berbeda memberikan pengaruh nyata terhadap penilaian sensori terhadap aroma piksel probiotik yang dihasilkan secara deskriptif dan juga secara hedonik.

Aroma piksel probiotik dengan perlakuan P0 berbeda nyata dengan perlakuan P1, P2, dan P3. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan strain *Lactobacillus plantarum* 1 memengaruhi aroma piksel probiotik. Perubahan aroma piksel probiotik ini terjadi karena penambahan *Lactobacillus plantarum* 1 mampu menghasilkan asam-asam organik dengan jumlah yang lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan dengan penambahan *Leuconostoc mesenteroides*. Hal ini ditunjukkan dengan semakin meningkatnya total asam tertitrasi (Tabel 1) yang menghasilkan aroma khas fermentasi. Perbedaan aroma pada perlakuan dengan penambahan *Lactobacillus plantarum* 1

disebabkan kemampuan amilolitik yang dimiliki *Lactobacillus plantarum* 1. Yusmarini *et al.* (2017) menyatakan bahwa sifat amilolitik yang dimiliki *Lactobacillus plantarum* 1, akan mengubah pati menjadi asam-asam organik yang akan berdampak pada aroma piksel probiotik umbi bengkuang. Liu *et al.* (2009) menambahkan bahwa bakteri asam laktat melakukan aktivitas perombakan karbohidrat dalam *metabolic pathway* sehingga menghasilkan asam laktat, serta komponen-komponen yang mudah menguap seperti hidrokarbon, alkohol, aldehida, keton, dan ester yang membuat aroma pada piksel menjadi khas.

Tabel 3 juga menunjukkan bahwa penilaian sensori hedonik terhadap aroma piksel probiotik berkisar antara 3,27–3,47 (agak suka). Hal ini menunjukkan bahwa piksel probiotik yang beraroma khas fermentasi hingga sangat beraroma khas fermentasi agak disukai panelis. Hal ini diduga karena aroma dari piksel probiotik mempunyai aroma asam yang kuat. Hasil penelitian ini sesuai dengan Yuliana dan Nurdjanah (2009) bahwa piksel ubi ungu dengan perlakuan kadar garam berbeda menghasilkan aroma asam dan menghasilkan aroma yang agak disukai oleh panelis.

### Kerenyahan

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan *Leuconostoc mesenteroides* dan beberapa strain *Lactobacillus plantarum* 1 dengan sifat amilolitik yang berbeda memberikan pengaruh nyata terhadap penilaian sensori terhadap kerenyahan piksel probiotik yang dihasilkan secara deskriptif dan juga secara hedonik.

Tabel 3. Rata-rata skor penilaian sensori aroma piksel probiotik

Perlakuan	Skor Aroma	
	Deskriptif	Hedonik
P0 ( <i>Leu. mesenteroides</i> 5%)	2,73 <sup>a</sup>	3,27
P1 ( <i>Leu. mesenteroides</i> 2,5%+ <i>L. plantarum</i> 1 RN1-23121 2,5%)	3,47 <sup>b</sup>	3,37
P2 ( <i>Leu. mesenteroides</i> 2,5%+ <i>L. plantarum</i> 1 RN2-53 2,5%)	3,53 <sup>b</sup>	3,47
P3 ( <i>Leu. mesenteroides</i> 2,5%+ <i>L. plantarum</i> 1 RN2-12112 2,5%)	3,60 <sup>b</sup>	3,40

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ ). **Skor deskriptif** 1: Beraroma bengkuang; 2: Beraroma fermentasi dan bengkuang; 3: Beraroma khas fermentasi; 4: Sangat beraroma khas fermentasi. **Skor hedonik** 1: Sangat tidak suka; 2: Tidak suka; 3: Agak suka; 4: Suka; 5: Sangat suka.

Tabel 4 menunjukkan bahwa hasil penilaian panelis terhadap kerenyahan piksel probiotik secara deskriptif berkisar antara 2,33–3,20 (agak renyah hingga renyah). Kerenyahan piksel probiotik berasal dari bahan baku yaitu umbi bengkuang yang memiliki tekstur yang renyah. Secara statistik kerenyahan piksel probiotik perlakuan P0 berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Kerenyahan piksel probiotik secara deskriptif antar perlakuan P1, P2, dan P3 saling berbeda tidak nyata.

Perlakuan piksel probiotik P0 dengan penambahan *Leuconostoc mesenteroides* memiliki tekstur yang renyah dibandingkan dengan perlakuan dengan penambahan *Lactobacillus plantarum* 1. Menurut Buckle *et al.* (2013) bakteri yang ada pada fermentasi sayuran merupakan bakteri yang berperan dalam perombakan karbohidrat sehingga menghasilkan tekstur yang agak renyah. Hal ini disebabkan karena bakteri membantu dalam pelunakan jaringan pada fermentasi sayuran. Piksel probiotik dengan penambahan strain *Lactobacillus plantarum* 1 mengalami penurunan tingkat kerenyahan dari renyah menjadi agak renyah. Hal ini berhubungan dengan terjadinya perpindahan cairan dari dalam umbi bengkuang ke larutan garam yang menyebabkan tekstur dari piksel menjadi lunak atau agak renyah. Hasil penilaian panelis terhadap kerenyahan piksel probiotik secara hedonik 3,76–3,26 (suka hingga agak suka). Kerenyahan piksel probiotik P0 berbeda nyata dengan perlakuan P1, P2, dan P3. Panelis lebih menyukai piksel dengan tingkat kerenyahan yang lebih tinggi dibandingkan dengan piksel yang rendah tingkat kerenyahannya. Manusia cenderung menyukai suara makanan yang renyah,

hal ini diduga karena makanan yang menimbulkan renyah akan memberikan efek menyenangkan pada otak dan menjadikan nilai tambah untuk makanannya. Hal ini sejalan dengan penelitian Pandey dan Garg (2013) menyatakan tekstur sauerkraut yang renyah lebih disukai oleh panelis.

### Rasa

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan *Leuconostoc mesenteroides* dan beberapa strain *Lactobacillus plantarum* 1 dengan sifat amilolitik yang berbeda memberikan pengaruh nyata terhadap penilaian sensori terhadap rasa piksel probiotik yang dihasilkan secara deskriptif dan juga secara hedonik.

Tabel 5 menunjukkan bahwa rata-rata skor penilaian rasa piksel probiotik secara deskriptif berkisar antara 1,60–3,00 (berasa asin dan asam hingga berasa asam). Piksel pada perlakuan P0 berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, sedangkan rasa piksel pada perlakuan P2 berbeda tidak nyata terhadap P1 dan P3. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa piksel probiotik dengan penambahan *Leuconostoc mesenteroides* saja memiliki rasa asin dan asam. Rasa asin piksel probiotik disebabkan karena adanya penambahan garam, dan rasa asam berasal dari asam-asam organik yang dihasilkan dari perombakan pati selama proses fermentasi dengan bantuan bakteri asam laktat. Rasa asam yang dihasilkan sejalan dengan nilai pH dan jumlah total asam tertitrisasi (Tabel 1) yang dihasilkan. Piksel probiotik dengan penambahan *Lactobacillus plantarum* 1 mengalami peningkatan rasa asam. Hal ini terlihat pada pertumbuhan BAL piksel perlakuan P3

Tabel 4. Rata-rata skor penilaian sensori kerenyahan piksel probiotik

Perlakuan	Skor Kerenyahan	
	Deskriptif	Hedonik
P0 ( <i>Leu. mesenteroides</i> 5%)	3,20 <sup>a</sup>	3,76 <sup>a</sup>
P1 ( <i>Leu. mesenteroides</i> 2,5%+ <i>L. plantarum</i> 1 RN1-23121 2,5%)	2,53 <sup>b</sup>	3,43 <sup>b</sup>
P2 ( <i>Leu. mesenteroides</i> 2,5%+ <i>L. plantarum</i> 1 RN2-53 2,5%)	2,40 <sup>b</sup>	3,33 <sup>b</sup>
P3 ( <i>Leu. mesenteroides</i> 2,5%+ <i>L. plantarum</i> 1 RN2-12112 2,5%)	2,33 <sup>b</sup>	3,26 <sup>b</sup>

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ ). **Skor deskriptif** 1: Lunak; 2: Agak renyah; 3: Renyah; 4: Sangat renyah. **Skor hedonik** 1: Sangat tidak suka; 2: Tidak suka; 3: Agak suka; 4: Suka; 5: Sangat suka.

Pemanfaatan *Leuconostoc mesenteroides* dan *Lactobacillus plantarum* 1 dalam pembuatan piksel probiotik umbi bengkuang

Tabel 5. Rata-rata skor penilaian sensori rasa piksel probiotik

Perlakuan	Skor Rasa	
	Deskriptif	Hedonik
P0 ( <i>Leu. mesenteroides</i> 5%)	1,60 <sup>a</sup>	2,93 <sup>a</sup>
P1 ( <i>Leu. mesenteroides</i> 2,5%+ <i>L. plantarum</i> 1 RN1-23121 2,5%)	2,27 <sup>b</sup>	3,30 <sup>b</sup>
P2 ( <i>Leu. mesenteroides</i> 2,5%+ <i>L. plantarum</i> 1 RN2-53 2,5%)	2,73 <sup>bc</sup>	3,40 <sup>b</sup>
P3 ( <i>Leu. mesenteroides</i> 2,5%+ <i>L. plantarum</i> 1 RN2-12112 2,5%)	3,00 <sup>c</sup>	3,27 <sup>b</sup>

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ ). **Skor deskriptif** 1: Lunak; 2: Agak renyah; 3: Renyah; 4: Sangat renyah. **Skor hedonik** 1: Sangat tidak suka; 2: Tidak suka; 3: Agak suka; 4: Suka; 5: Sangat suka.

yang menggunakan *Lactobacillus plantarum* 1 RN2-12112 lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan P0 yang menggunakan *Leuconostoc mesenteroides*, perlakuan P1 yang menggunakan *Lactobacillus plantarum* 1 RN1-23121, dan perlakuan P2 *Lactobacillus plantarum* 1 RN2-53. Yusmarini *et al.* (2017) semakin tinggi sifat amilolitiknya maka akan semakin banyak amilosa yang diubah menjadi asam-asam organik yang akan memengaruhi penurunan nilai pH, jumlah total asam tertitrasi, dan flavor yang khas. Fathonah (2009) juga menyatakan bahwa pertumbuhan bakteri asam laktat selama fermentasi akan menghasilkan cita rasa khas fermentasi akibat akumulasi asam organik.

Tabel 9 juga menunjukkan hasil penilaian rasa piksel probiotik secara hedonik berkisar 2,93–3,40 (agak suka). Piksel probiotik perlakuan P0 berbeda nyata dengan perlakuan P1, P2, dan P3. Tingkat kesukaan rasa piksel tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan dengan penambahan *Lactobacillus plantarum* 1. Semakin kuat rasa asam yang dihasilkan maka rasa piksel probiotik semakin disukai panelis. Hal ini diduga karena makanan asam dapat menimbulkan rasa menenangkan saat mengonsumsinya. Yusmarini *et al.* (2019) menyatakan bahwa panelis lebih menyukai *sauerkraut* yang mempunyai rasa asam lebih dominan dibandingkan rasa asin.

Tabel 6. Rata-rata skor penilaian hedonik keseluruhan piksel probiotik

Perlakuan	Penilaian Keseluruhan
P0 ( <i>Leu. mesenteroides</i> 5%)	9,17 <sup>a</sup>
P1 ( <i>Leu. mesenteroides</i> 2,5%+ <i>L. plantarum</i> 1 RN1-23121 2,5%)	9,41 <sup>b</sup>
P2 ( <i>Leu. mesenteroides</i> 2,5%+ <i>L. plantarum</i> 1 RN2-53 2,5%)	9,54 <sup>bc</sup>
P3 ( <i>Leu. mesenteroides</i> 2,5%+ <i>L. plantarum</i> 1 RN2-12112 2,5%)	9,57 <sup>c</sup>

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ ). **Skor hedonik** 1: Sangat tidak suka; 2: Tidak suka; 3: Agak suka; 4: Suka; 5: Sangat suka.

### Penilaian Hedonik Keseluruhan

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa penilaian hedonik keseluruhan terhadap piksel probiotik dengan penambahan *Leuconostoc mesenteroides* dan beberapa strain *Lactobacillus plantarum* 1 dengan sifat amilolitik yang berbeda memberikan pengaruh nyata.

Rata-rata penilaian hedonik secara keseluruhan yang dilakukan oleh panelis terhadap piksel probiotik berkisar antara 3,27–3,77 (agak suka hingga suka). Tabel 10 menunjukkan bahwa perlakuan P0 berbeda nyata dengan perlakuan P2 dan P3, namun berbeda tidak nyata dengan perlakuan P1. Secara keseluruhan perlakuan P2 dan P3 lebih disukai oleh panelis dibandingkan dengan perlakuan lain. Berdasarkan hasil uji deskriptif dan uji hedonik, faktor yang menyebabkan perlakuan P2 dan P3 lebih disukai adalah warna dan rasa piksel probiotik. Perlakuan P2 dan P3 mempunyai warna putih kekuningan dan berasa asam. Panelis cenderung lebih memilih perlakuan piksel probiotik dengan warna putih kekuningan dengan tekstur yang renyah.

**KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pickel probiotik terpilih dari parameter yang diuji dan memenuhi standar makanan probiotik berdasarkan penilaian keseluruhan adalah P3 (dengan penambahan penambahan *Leuconostoc mesenteroides* dan *Lactobacillus plantarum* 1 RN2-12112) dengan kriteria derajat keasaman (pH) 2,80, total asam tertitiasi 0,98%, dan total bakteri asam laktat 9,57 log CFU/ml, dengan karakteristik pickel probiotik berwarna putih kekuningan, beraroma khas fermentasi, dan berasa asam, berdasarkan uji hedonik pada penilaian warna, aroma, rasa, dan penilaian keseluruhan cenderung disukai panelis.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Afriani, N., Yusmarini, dan U. Pato. 2017. Aktivitas antimikroba *Lactobacillus plantarum* 1 yang diisolasi dari industri pengolahan pati sagu terhadap bakteri patogen *Escherichia coli* FNCC-19 dan *Staphylococcus aureus* FNCC-15. JOM FAPERTA. 4(2): 1–12.
- Buckle, K. A., R. A. Edwards, G. H. Fleet, dan M. Wooton. 2013. Ilmu Pangan (diterjemahkan H. Purnomo dan Adiono). Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Hattingh, M., A. Alexander, I. Meijering, C. A. V. Reenen, and L. M. T. Dicks. 2015. Amyolytic strains of *Lactobacillus plantarum* isolated from barley. African Journal of Biotechnology. 14(4): 310–318.
- Howlett, J. 2008. Functional Foods from Science to Health and Claims. International Life Sciences Institute Europe. Belgium.
- Fathonah, S. 2009. Pengaruh Konsentrasi Garam dan Penambahan Sumber Karbohidrat Terhadap Mutu Organoleptik Produk Sawi Asin. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Fernández, J. G., A. M. Barragan, and B. C. Guerrero. 2010. Carotenoid production in *Lactobacillus plantarum*. International Journal Microbiology. 140(1): 34–39.
- Kohajdova, Z. and J. Kaovicova. 2004. Optimization of method of fermentation of cabbage juice. Czech Journal Food Science. 22(2): 39–50.
- Kumalasari, K. E. D., Nurwantoro, dan S. Mulyani. 2012. Pengaruh kombinasi susu dengan air kelapa terhadap total BAL, total gula, dan keasaman drink yoghurt. Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan. 1(2): 48–53.
- Kusumaningrum, Yusmarini, dan A. Ali. 2015. Isolasi dan identifikasi bakteri asam laktat amilolitik dari industri pengolahan pati sagu. JOM Faperta. 2(1): 1 – 11.
- Lawless, H. T. dan H. Heymann. 2010. Sensory Evaluation of Food: Second Edition. Springer Science Business Media. Berlin.
- Liu, M. C., Z. G. Li., W. Deng, G. M. Wang, and Y. W. Yang. 2009. Changes in volatile compounds of pickled mustard tuber (*Brassica juncea* var. tsatsai) during the pickling process. International Journal Science and Technology. 44(11): 2278–2286.
- Pandey, S. and F. C. Garg. 2013. Preparation of spiced sauerkraut by using lactic acid bacteria and by natural fermentation. International Journal of Science and Research. 4(6): 2753–2761.
- Pujimulyani, D. 2009. Teknologi Pengolahan Sayur-Sayuran dan Buah-Buahan. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Rafsanjani, E. R. M. dan P. R. Wikandari. 2017. Pengaruh lama fermentasi bakteri asam laktat *Lactobacillus plantarum* B1765 terhadap mutu pickel umbi yakon (*Smallanthus sonchifolius*). Journal of Chemistry. 6(2): 76–80.
- Roberfroid, M. 2007. Prebiotic: The concept revisited. The Journal of Nutrition. 137(3): 830S–837S.
- Setiawan, N., Yuliana, dan S. Setyani. 2013. Pengaruh konsentrasi garam terhadap warna, total asam, dan total bakteri asam laktat pickel ubi jalar ungu (*Ipomea batatas* var *Ayamurasaki*) selama fermentasi. Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian. 18(1): 42–51.
- Simbolon, D. L., Yusmarini, dan A. Ali. 2016. Viabilitas *Lactobacillus plantarum* 1 yang diisolasi dari industri pengolahan pati sagu terhadap garam empedu. JOM Faperta. 3(1).

- Suryani, Y. dan O. Taupiqurrahman. 2021. Mikrobiologi Dasar. LP2M UIN Sunan Gunung Djati Bandung. Bandung.
- Susilowati, S., S. Laia, and H. Purnomo. 2018. The effect of salt concentration and fermentation time on pH value, total acidity, and microbial characteristic of pickled ginger (*Zingiber officinale* Rosc.). *International Food Research Journal*. 25(6): 2301–2306.
- Vasiljevic, T. and N.P. Shah. 2008. Probiotics -from Metchnikoff to bioactive. *International Dairy Journal*. 18: 714–728.
- Winarno, F. G. dan I. E. Fernandez. 2007. Susu dan Produk Fermentasinya. M-Brio Press. Bogor.
- World Gastroenterology Organization Global Guidelines. 2012. Probiotics and prebiotics. *J. Clin Gastroenterol*. 46(6): 468–481.
- Yang, F., Y. Peng, Wang, and H. Zhao. 2020. Quality enhancement of fermented vegetable juice by probiotic through fermented yam juice using *Saccharomyces cerevisiae*. *Food Science Technology*. 40(1): 26–35.
- Yuliana, N. dan S. Nurdjanah. 2009. Sensori piksel ubi jalar ungu (*Ipomea batatas* L.) yang difermentasi spontan pada berbagai tingkat konsentrasi garam. *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian*. 14(2): 120–128.
- Yusmarini, U. Pato, V. S. Johan, A. Ali, dan Kusumaningrum. 2017. Karakteristik bakteri asam laktat amilolitik dari industri pengolahan pati sagu. *Journal AGRITECH*. 37(1): 95–100.
- Yusmarini, U. Pato, V. S. Johan, S. Fitriani, dan P. F. Zelviani. 2019. Karakteristik asinan kubis yang dibuat dengan penambahan isolat *Lactobacillus plantarum* 1. *Jurnal Teknologi Pangan*. 13(1): 39–47.
- Yusmarini, V. S. Johan, dan Rahmayuni. 2016. Karakterisasi Sifat Bakteri Asam Laktat yang diproduksi dari Industri Pengolahan Pati Sagu dan Studi Pemanfaatannya dalam Menghasilkan Makanan Fungsional. Laporan Akhir Penelitian Hibah Fundamental.
- Zanklan, A. S. 2003. Agronomic Performance and Genetic Diversity of the Root Crop Yam Bean (*Pachyrhizus* spp.) under West Africa Conditions. Dissertation. Georg August University. Germany.
- Zubaidah, E. I. Susanti, S. S. Yuwono, A. P. Rahayu, I. Srianta, I, and P. J. Blanc. 2020. Effect of *Lactobacillus plantarum* and *Leuconostoc mesenteroides* starter cultures in lower salt concentration fermentation on the *sauerkraut* quality. *Food Research*. 4(4): 1038–1044.