

Kajian Pustaka: Kualitas Minuman Probiotik Berbahan Dasar Nabati Dengan Variasi Sukrosa Dan Bakteri Asam Laktat

Literature Review: Quality of Plant-Based Probiotic Drinks with Variation of Sucrose And Lactic Acid Bacteria

Felicia Desi Nora Rahmawati¹, Yulia Reni Swasti¹, Ekawati Purwijatiningsih^{1*}

¹) Fakultas Teknobiologi, Universitas Atma Jaya Yogyakarta
*Penulis Korespondensi: ekawati.purwijatiningsih@uajy.ac.id

ABSTRACT

*Probiotics which are generally recognized by the public are processed using cow's milk as the basic ingredient, which is relatively expensive. Diversification of vegetable ingredients into an alternative to milk as a basic ingredient for probiotics that is processed in a modern way with the aim the product can be consumed by the wide community at a more affordable price. The development of plant-based probiotics processing refers to the various nutritional content of vegetable ingredients and the use of vegetable ingredients of less value in an area. Vegetable ingredients such as fruits and vegetables have good nutrition so that materials are suitable as a medium for growth of lactic acid bacteria. Probiotic supplements that are widely used as a starter for probiotics come from genus *Lactobacillus* and *Bifidobacterium*. Feasibility and consumption standard based on chemical, physicochemical, microbiological, and organoleptic parameters are influenced by treatment during the processing of probiotics such as sugar supplementation and variations of probiotic supplements. Application of vegetable materials as a substrate for lactic acid bacteria and treatment during processing determines the final quality of the probiotic product.*

Keywords: *Lactic acid bacteria; Plant-based ingredients; Probiotic drink; Quality*

ABSTRAK

Minuman probiotik yang umumnya dikenal oleh masyarakat diolah menggunakan bahan dasar susu sapi dengan harga relatif mahal. Diversifikasi bahan nabati menjadi alternatif pengganti susu sebagai bahan dasar minuman probiotik yang diolah dengan cara modern bertujuan agar produk dapat dikonsumsi oleh masyarakat umum dengan harga yang lebih terjangkau. Pengembangan pengolahan minuman probiotik berbahan dasar nabati mengacu pada kandungan gizi yang beragam pada bahan nabati dan pemanfaatan bahan nabati yang kurang bernilai di suatu daerah. Bahan nabati seperti buah dan sayur memiliki nutrisi yang baik sehingga bahan nabati cocok menjadi media bagi pertumbuhan bakteri asam laktat. Suplemen probiotik yang banyak digunakan sebagai starter minuman probiotik berasal dari genus *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium*. Kelayakan dan standar konsumsi berdasarkan parameter kimia, fisikokimia, mikrobiologi, dan organoleptik dipengaruhi oleh perlakuan selama proses pengolahan minuman probiotik seperti suplementasi gula dan variasi suplemen probiotik. Penggunaan bahan nabati sebagai substrat bakteri asam laktat dan perlakuan selama pengolahan menentukan kualitas akhir produk minuman probiotik.

Kata kunci: Bahan nabati; Bakteri asam laktat; Kualitas; Minuman probiotik

PENDAHULUAN

Masyarakat di seluruh dunia, termasuk masyarakat di Indonesia memiliki budaya atau kebiasaan baru yaitu mengkonsumsi produk makanan yang menyehatkan dan memiliki manfaat lebih bagi tubuh (Malik *et al.*, 2019). Masyarakat mulai memperhatikan pola hidup sehat dengan mengkonsumsi produk pangan yang membantu menjaga kesehatan tubuh. Produk makanan atau minuman dengan bahan dasar susu diyakini memiliki potensi untuk meningkatkan atau menyeimbangkan nutrisi di dalam tubuh (Wardyaningrum, 2011). Pada era ini ditemukan beberapa kasus bahwa konsumen intoleransi laktosa dan penderita tinggi kolesterol tidak mampu mengkonsumsi produk pangan berbahan dasar susu. Grumezescu dan Holban (2018) menyatakan bahwa sekitar 70% penduduk Asia mengalami intoleransi laktosa. Dampak dari kasus tersebut yaitu semakin meningkatnya konsumen vegetarian akan permintaan pada *non-dairy* produk berbahan baku non-susu. Perkembangan teknologi mendorong peneliti untuk melakukan riset bahan baku non-susu yang memiliki nilai gizi sama dengan atau lebih dari gizi pada susu sapi.

Pangan fungsional didefinisikan sebagai makanan atau minuman yang memiliki manfaat bagi kesehatan di luar kandungan zat gizi dalam bahan pangan dengan berbagai modifikasi dan inovasi dalam proses pengolahan (Widyaningsih *et al.*, 2017), sebagai contoh produk pangan fungsional yang berguna menyehatkan inangnya dengan cara menyeimbangkan mikroflora dalam saluran pencernaan yaitu makanan atau minuman probiotik (Nurainy *et al.*, 2018). Mikroorganisme baik yang biasa digunakan yaitu bakteri asam laktat dari genus *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium*. Genus *Lactobacillus* memiliki ketahanan terhadap asam yang tinggi dibandingkan dengan genus *Bifidobacterium* dalam jus buah (Pereira *et al.*, 2017).

Alternatif baru yang ditemukan oleh para peneliti yaitu mengganti bahan baku susu menjadi non-susu (bahan nabati). Alasan pemilihan bahan nabati sebagai pengganti susu karena bahan nabati diyakini tidak mengandung komponen alergi (Bujna *et al.*, 2017). Bahan nabati yang dapat digunakan yaitu sari buah atau sayuran atau kombinasi keduanya (Xu *et al.*, 2019). Fermentasi oleh bakteri probiotik pada jus buah atau sayur memengaruhi sensori produk akhir, minuman probiotik memiliki kualitas sensori yang lebih baik dibandingkan dengan produk konvensional (Pereira *et al.*, 2017). Penggunaan jus buah atau sayur sebagai bahan baku minuman probiotik memiliki keunggulan lainnya yaitu meningkatkan aktivitas antioksidan dalam produk yang berperan dalam penghambatan radikal bebas penyebab kanker (Bujna *et al.*, 2017). Tujuan dari *Literatur Review* ini yaitu memberi pemahaman dan pengetahuan yang

menyeluruh mengenai produk minuman probiotik bahan nabati (buah dan sayur) dengan suplementasi sukrosa dan beragam spesies bakteri asam laktat dari sumber yang kredibel.

BAHAN NABATI SEBAGAI BAHAN DASAR MINUMAN ROBIOTIK

Bahan pangan nabati merupakan bahan makanan dari bagian tumbuhan seperti bunga, daun, buah, dahan, akar batang, atau keseluruhan dari tumbuhan tersebut (Gustiyana *et al.*, 2017). Sayur dan buah termasuk ke dalam bahan nabati yang cocok dikembangkan menjadi berbagai produk industri pangan seperti minuman probiotik. Minuman probiotik bahan nabati telah banyak dikembangkan dengan alasan rendahnya alergen susu, rendah kolesterol dan ramah vegan (Prado *et al.*, 2008). Bahan nabati memiliki kandungan fitokimia (zat kimia dari tumbuhan) yang terdiri dari komponen fenolik, karotenoid, dan glukosinolat yang memiliki nilai gizi dan menjadikannya sebagai sumber antioksidan penting (Yahia, 2018). Pernyataan Bujna *et al.* (2017), pemilihan buah sebagai bahan dasar minuman probiotik sebab buah tidak mengandung komponen alergi. Selain itu, alasan pengolahan sayur dan buah menjadi produk pangan fungsional yaitu meningkatkan umur simpan buah dan sayur setelah masa panen (Liong, 2011). Kandungan gizi buah dan sayur yang digunakan dalam penelitian minuman probiotik dapat dilihat pada Tabel 1.

Bahan nabati seperti buah dan sayur merupakan sumber komponen fitokimia, termasuk kelas serat, pigmen, vitamin, dan senyawa fenolik yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh (Yahia, 2018). Zat gizi esensial seperti mineral, vitamin, gula, dan serat bernilai tinggi dalam buah dan sayur, sehingga kedua bahan tersebut menjadi substrat yang ideal bagi probiotik (Liong, 2011). Komponen gula pada buah (Hui, 2006) dan karbohidrat pada sayuran (Hui, 2016) merupakan komponen yang berperan sebagai substrat pada proses fermentasi. Buah dan sayuran yang dapat digunakan sebagai bahan baku minuman probiotik harus toleransi terhadap asam, yang artinya asam dalam jus buah atau sayur terdapat di dalamnya secara alami sebab proses fermentasi dapat meningkatkan keasaman pada produk. Keasaman yang terlalu tinggi setelah fermentasi akan memengaruhi sifat sensori dan kualitas produk akhir (Rai dan Bai, 2015).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa buah dan sayur yang digunakan dalam pembuatan minuman probiotik menghasilkan kualitas yang baik. Minuman probiotik yang memenuhi standar konsumsi didukung oleh adanya kandungan nutrisi dalam sayur dan buah yang dimanfaatkan oleh bakteri probiotik untuk mendukung pertumbuhan. Jus buah dapat menjadi alternatif sebagai penyedia nutrisi bagi bakteri probiotik karena memiliki kandungan gula, mineral, dan vitamin bagi pertumbuhan bakteri tersebut (Pimentel *et al.*, 2015).

Konsentrasi minimal gula agar mikroorganisme dapat tumbuh yaitu sebesar 10% (Kehek, 2017).

Tabel 1. Kandungan Buah dan Sayur Sebagai Bahan Dasar Minuman Probiotik

No	Bahan Nabati	Kandungan	Referensi
1	Durian lay	Vitamin A, sukrosa, dan lemak, protein, vitamin C.	(Yuliana dkk., 2016; Krismawati, 2012)
2	Kelapa muda	Vitamin C, vitamin B kompleks, mineral, protein, karbohidrat, lemak, abu.	(Yanuar dan Sutrisno, 2015)
3	Jambu biji	Vitamin A dan C, serat, mineral, senyawa polifenol, fruktosa, glukosa, protein.	(Nurainy dkk., 2018; Zabidah dkk., 2011; Sanz dkk., 2004; USDA, 2016)
4	Kacang merah	Protein nabati, karbohidrat, dan lemak.	(Siswanto dkk., 2018)
5	Jagung	Gula pereduksi, karbohidrat, dan protein.	(Siswanto dkk., 2018; Lالujan dkk., 2017)
6	Nanas	Karbohidrat, protein, vitamin A dan C.	(Hossain dkk., 2015)
7	Pepaya	Betakaroten, vitamin C, pektin, serat, karbohidrat, protein, lemak.	(Setiarto dkk., 2018; Almatsier dan Sunita, 2010)
8	Salak	Sukrosa, glukosa, fruktosa, dan antioksidan.	(Utami, 2018; Karta dkk., 2015)
9	Wortel	Vitamin A.	(Mandei dkk., 2019)
10	Apel	Quercetin, gula, dan pektin.	(Cempaka dkk., 2014; Wosiacki dkk., 2007; Hapsari dan estiasih, 2015)
11	Jeruk	Vitamin C, fruktosa, glukosa, sukrosa, asam sitrat, dan asam malat.	(Wariyah, 2010)
12	Jujube cina	Gula total, serat kasar, protein, lemak, polifenol, dan flavonoid.	(Kumar dkk., 2018)
13	Apricot	Karbohidrat, serat, mineral, vitamin, asam organik, protein, lemak, fenolik, dan flavonoid.	(Fatima dkk., 2018)
14	Buah bit	Protein, lemak, karbohidrat, serat, vitamin, mineral dan gula.	(Neha dkk., 2018)
15	Ceri	Protein, lemak, dan serat.	(Gungor dkk., 2017)
16	Cupuassu	Asam askorbat, senyawa fenolik, antioksidan, mineral, serat, dan protein	(Pereira dkk., 2017; Oliveira dan Genovese, 2013)
17	Anggur	Vitamin, resveratrol, mineral, polifenol, asam (tartrat dan amalat) dan gula.	(Vermitha dan Wulan, 2018; Zubaidah dan Veronica, 2014)
18	Mangga	Gula, protein, selulosa, dan vitamin.	(Jin dkk., 2018)

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa buah dan sayur yang digunakan dalam pembuatan minuman probiotik menghasilkan kualitas yang baik. Minuman probiotik yang memenuhi standar konsumsi didukung oleh adanya kandungan nutrisi dalam sayur dan buah yang dimanfaatkan oleh bakteri probiotik untuk mendukung pertumbuhan. Jus buah dapat menjadi alternatif sebagai penyedia nutrisi bagi bakteri probiotik karena memiliki kandungan gula,

mineral, dan vitamin bagi pertumbuhan bakteri tersebut (Pimentel *et al.*, 2015). Konsentrasi minimal gula agar mikroorganisme dapat tumbuh yaitu sebesar 10% (Kehek, 2017).

KULTUR BAKTERI PROBIOTIK

Probiotik merupakan bakteri baik yang ditambahkan sebagai suplemen makanan dan memiliki pengaruh menyehatkan bagi inangnya (Widianingsih, 2011). Bakteri asam laktat tergolong dalam bakteri probiotik menghasilkan senyawa bakteriosin yang memengaruhi dan menghambat mikroorganisme patogen. Bakteri asam laktat tersebut juga menghasilkan asam organik rantai pendek pada saat fermentasi berlangsung yang akan memberi kontribusi sehat bagi konsumen karena memiliki sifat antikarsinogenik (Masdarini, 2011). Spesies bakteri asam laktat yang sering digunakan sebagai bakteri probiotik yaitu *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus* (Setiarto *et al.*, 2018).

Syarat probiotik sebagai starter dalam minuman probiotik yaitu bakteri asam laktat diketahui secara detail asal-usul dan karakteristiknya, tidak memiliki efek patogen, memiliki kemampuan untuk menempel pada epitel usus, kemampuan mengkoloni usus besar, terbukti memiliki efek klinis pada kesehatan, aman digunakan sebagai starter, bertahan dalam kondisi asam dan adanya garam, serta kompetitif melawan bakteri patogen (Grumezescu dan Holban, 2018).

Kelompok bakteri yang terdapat pada Tabel 2 merupakan kelompok bakteri yang digunakan dalam pembuatan minuman probiotik sari buah atau sayur. Bakteri tersebut memberikan efek yang baik pada produk minuman probiotik bila dilihat dari kualitas akhir produk. Pada beberapa penelitian, bakteri *L. plantarum* digunakan sebagai starter dalam minuman probiotik menghasilkan kualitas sensori yang baik pada campuran jus sayur (Malik *et al.*, 2019), dan meningkatkan aktivitas antioksidan pada fermentasi *slurry* buah mangga (Jin *et al.*, 2018). Spesies *Lactobacillus casei* mampu menghambat bakteri patogen (*Bacillus cereus*) (Rizal *et al.*, 2016), dan memproduksi asam laktat yang tinggi dalam minuman probiotik jus buah delima (Mustafa *et al.*, 2018). Bakteri *Streptococcus thermophilus* memiliki kemampuan toleransi suplementasi Selenium yang baik (Xu *et al.*, 2019).

Tabel 2. Spesies Bakteri Minuman Probiotik Bahan Nabati

No	Spesies Bakteri	Karakteristik dan Keunggulan	Referensi
1	<i>Lactobacillus plantarum</i>	Bersifat amilolitik, Gram positif, heterofermentatif fakultatif, probiotik <i>indigenous</i> toleransi pada pH 2 dan optimum pada pH 4, tumbuh pada	(Reddy dkk., 2008; Setyawardani dkk., 2011; Lestari dan Helmyati,

No	Spesies Bakteri	Karakteristik dan Keunggulan	Referensi
		suhu antara 15-45°C.	2018; Bostan dkk., 2017)
2	<i>Lactobacillus casei</i>	Gram positif, homofermentatif, toleransi pada pH 2-2,5; viabilitas tinggi selama penyimpanan 28 hari suhu 4°C.	(Feliatra, 2018; Wang dkk., 2009)
3	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	Bersifat obligat homofermentatif, tidak mampu bertahan pada suhu rendah (<10°C), bertahan hidup pada pH 3 (rentan pada pH 2), toleransi pada garam empedu 0,3%	(Yildiz, 2010; Sahadeva dkk., 2011)
4	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	Bersifat obligat homofermentatif, Gram positif, tumbuh pada suhu optimum 45°C, tumbuh optimum pada pH 5,2-5,5	(Yildiz, 2010; Bostan dkk., 2017)
5	<i>Streptococcus thermophilus</i>	Anaerobik fakultatif, tumbuh optimum pada pH 6-6,5 dan suhu 45-52°C, sensitif pada level garam yang rendah.	(Bostan dkk., 2017; Batt, 2014)

Viabilitas bakteri probiotik dipengaruhi oleh faktor suhu penyimpanan, ketersediaan oksigen, pH, dan kehadiran kompetitor mikroorganisme. Viabilitas atau kelangsungan hidup bakteri juga dipengaruhi oleh kecocokan kultur bakteri dengan substrat. Kecocokan bakteri probiotik dengan substrat dievaluasi menggunakan parameter organoleptik, mikrobiologi, dan kimia pada produk jadi minuman probiotik (Rai dan Bai, 2015). Selain itu, viabilitas juga dipengaruhi oleh strain probiotik yang digunakan, interaksi antar spesies, kondisi kultur, waktu fermentasi, kondisi penyimpanan, komponen gula, dan ketersediaan nutrisi (Gallina dkk., 2019).

Bakteri memanfaatkan gula sebagai sumber karbon utama dalam proses metabolisme dan langsung dapat digunakan secara penuh oleh bakteri asam laktat (Safitri *et al.*, 2016). Serat dimanfaatkan secara spesifik oleh bakteri probiotik. Serat yang dimanfaatkan oleh bakteri probiotik belum tentu dapat digunakan oleh bakteri probiotik lainnya, bergantung pada kemampuan bakteri tersebut dalam memproduksi enzim untuk memetabolisme serat (Nuraida *et al.*, 2011).

PERLAKUAN SUPLEMENTASI SUKROSA DAN VARIASI BAKTERI ASAM LAKTAT

Metode dalam setiap penelitian tidak selalu memiliki hasil yang sama. Hal ini dapat disebabkan tujuan penelitian yang mengacu pada perbandingan antar- perlakuan. Perlakuan dalam pembuatan minuman probiotik beranekaragam, bergantung pada konsentrasi bahan tambahan, lama proses fermentasi, penyimpanan setelah fermentasi, dan suhu selama fermentasi. Persiapan pengolahan minuman probiotik meliputi perlakuan perlu mengingat kesesuaian kultur probiotik dengan target konsumen dan pemeliharaan kualitas sensori (Cummins dan Lyng, 2017). Evaluasi produk melalui pengujian parameter kimia, mikrobiologi, dan organoleptik minuman probiotik. Perlakuan yang dilakukan pada pembuatan minuman probiotik dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Perlakuan Suplementasi Sukrosa

Perlakuan	Konsentrasi	Referensi
Suplementasi	Sukrosa 5%	(Yuliana dkk., 2016;
	Sukrosa 0%, 5%, 10%15%	(Yanuar dan Sutrisno, 2015)
	Sukrosa 0%, 2%, 4%, 6%	(Nurainy dkk., 2018)

Suplementasi sukrosa dengan konsentrasi yang berbeda pada media yang berbeda berfungsi untuk melihat pengaruhnya terhadap kualitas minuman probiotik. Penambahan sukrosa sebagai zat gizi dalam minuman probiotik dapat memengaruhi pertumbuhan bakteri asam laktat. Zat gizi tersebut digunakan mikroorganisme sebagai sumber energi bagi pertumbuhan. Komponen nutrisi menjadi faktor yang berpengaruh pada pertumbuhan mikroorganisme yaitu mendukung proses perkembangbiakan dan metabolisme (Radiati *et al.*, 2019). Konsentrasi sukrosa yang semakin besar dan waktu fermentasi yang semakin lama menunjukkan peningkatan total bakteri asam laktat, sedangkan semakin lama waktu fermentasi namun tidak diimbangi dengan ketersediaan nutrisi mengakibatkan penurunan total BAL (Pranayanti dan Sutrisno, 2015).

Jumlah bakteri asam laktat akan memengaruhi nilai pH dan total asam. Semakin tinggi total asam, nilai pH semakin rendah. Pengolahan bahan pangan menjadi minuman probiotik dengan pH rendah merupakan alternatif pengawetan bahan yang aman dikonsumsi dalam masa simpan rata-rata 1 bulan dengan tetap mempertahankan nilai gizi. Produk pangan dengan keasaman tinggi lebih awet sebab mikroorganisme patogen sulit berkembang dalam media yang memiliki keasaman tinggi (Sukandar *et al.*, 2014). Pemanfaatan gula sebagai zat gizi pertumbuhan mikroorganisme mengakibatkan perubahan komponen lain seperti pH, total asam, total gula. dan padatan terlarut dalam minuman probiotik.

Kualitas organoleptik minuman probiotik yang perlu diperhatikan yaitu rasa, aroma, warna, dan tingkat kesukaan panelis merupakan komponen organoleptik yang masuk dalam pengujian. Penambahan sukrosa mencapai batas yang berbeda untuk menghasilkan perlakuan terbaik antara penilaian organoleptik dengan penilaian mutu lainnya (mikrobiologi dan kimia). Penilaian terbaik masing-masing parameter dapat terjadi karena subyektifitas panelis dalam menilai mutu organoleptik sedangkan perlakuan terbaik parameter kimia, fisik, dan mikrobiologi berdasarkan tingkat kepentingan setiap parameter (Yanuar dan Sutrisno, 2015).

Variasi kultur campuran yang lebih banyak digunakan yaitu genus *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium* (Tabel 4.). Genus *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium* lebih sering digunakan karena memiliki toleransi pada asam dan garam empedu (Utami, 2008). Keuntungan penggunaan kultur campuran dipengaruhi oleh penggunaan bakteri lebih dari satu spesies saat proses fermentasi sehingga lebih banyak senyawa yang dimetabolisme oleh bakteri (Jenie dan Rahayu, 1993). Senyawa yang dihasilkan dari proses fermentasi dapat berupa senyawa aromatik (Yuliana *et al.*, 2016), senyawa volatil seperti alkohol, ester, keton, dan terpena (Jin *et al.*, 2018). Penggunaan kultur campuran pada proses fermentasi memiliki kelebihan dibandingkan penggunaan kultur tunggal (Yuliana *et al.*, 2016).

Kultur campuran memberikan keuntungan atau memengaruhi kualitas minuman probiotik. Beberapa penelitian minuman probiotik menggunakan kultur campuran menghasilkan kualitas organoleptik, kimia, dan mikrobiologi yang baik. Kultur *L. acidophilus* digunakan sebagai starter minuman probiotik karena memiliki kecocokan dengan *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* dengan hasil parameter organoleptik yang baik (Setiarto dkk., 2018) dan dapat dikombinasikan dengan spesies genus *Bifidobacterium* menghasilkan produk yang memenuhi standar (Bujna *et al.*, 2017).

Tabel 4. Perlakuan Variasi Kultur Bakteri Asam Laktat

Perlakuan	Jenis Bakteri	Referensi
Variasi bakteri	<i>Lactobacillus plantarum</i> dan <i>Lactobacillus acidophilus</i>	(Yuliana dkk., 2016)
	<i>Lactobacillus bulgaricus</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> , dan <i>Streptococcus thermophilus</i>	(Setiarto dkk., 2018)
	<i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> , dan <i>Streptococcus thermophilus</i>	(Setiarto dkk., 2018)
	<i>Lactobacillus casei</i> , <i>Lactobacillus</i>	(Setiarto dkk.,

Perlakuan	Jenis Bakteri	Referensi
	<i>acidophilus</i> , dan <i>Streptococcus thermophilus</i>	2018)
	<i>Bifidobacterium lactis</i> dan <i>Lactobacillus casei</i>	(Bujna dkk., 2017)
	<i>Bifidobacterium longum</i> dan <i>Lactobacillus casei</i>	(Bujna dkk., 2017)
	<i>Bifidobacterium longum</i> dan <i>Lactobacillus acidophilus</i>	(Bujna dkk., 2017)
	<i>Bifidobacterium lactis</i> dan <i>Lactobacillus acidophilus</i>	(Bujna dkk., 2017)

Spesies *L. bulgaricus* menghasilkan produk akhir minuman probiotik dengan parameter organoleptik yang baik dikombinasi dengan bakteri *L. acidophilus* dan *S. thermophilus* pada suhu inkubasi 37 °C (Setiarto dkk., 2018). *Lactobacillus bulgaricus* memiliki kecocokan dan terjadi simbiosis mutualisme dengan bakteri *S. thermophilus* (Tamime dan Robinson, 2007). Pada umumnya kultur campuran memiliki mekanisme interaksi yang memungkinkan menstimulasi pertumbuhan atau justru menghambat pertumbuhan bakteri probiotik. Strain campuran dapat mempercepat pertumbuhan dimungkinkan karena adanya mekanisme interaksi yang menghasilkan produk metabolit berbeda. Sebagai contoh, *L. acidophilus* merupakan bakteri homofermentatif yang memproduksi asam laktat dengan siklus glikolisis sedangkan *L. plantarum* merupakan bakteri heterofermentatif yang memproduksi asam laktat dan metabolit sekunder. Selama fermentasi, metabolit-metabolit tersebut dapat menstimulasi pertumbuhan kultur campuran (Gao *et al.*, 2019).

Salah satu interaksi yang terjadi pada proses fermentasi menggunakan kultur campuran yaitu interaksi mutualisme. *Cross-feeding* dan pertukaran metabolit merupakan bagian dari mekanisme yang menyangkut interaksi. *Cross-feeding* metabolit didefinisikan sebagai interaksi antarstrain bakteri, molekul yang dihasilkan dari metabolisme satu bakteri dimetabolisme lebih lanjut oleh bakteri lain, sehingga terjadi saling interaksi pada kultur campuran bakteri asam laktat. Interaksi mutualisme dapat terjadi antara spesies *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus*. Metabolit yang biasanya dihasilkan yaitu asam amino, peptida, dan bakteriosin. *Cross-feeding* metabolit sebagai contoh terjadi pada bakteri asam laktat yang menggunakan glukosa sebagai sumber energi untuk menghasilkan asam laktat kemudian asam

laktat tersebut digunakan oleh bakteri genus *Propionibacterium* untuk menghasilkan asam asetat dan propinat (Smid dan Lacroix, 2013).

KUALITAS MINUMAN PROBIOTIK BAHAN NABATI

Produk minuman probiotik berbahan dasar nabati yang sudah diproses, selanjutnya memerlukan pengujian untuk mengetahui kualitas dari produk tersebut. Parameter mikrobiologi, kimia, dan organoleptik merupakan parameter yang digunakan dalam pengujian minuman probiotik sari buah dan sayur (Tabel 5). Evaluasi total bakteri asam laktat pada minuman probiotik sari buah rata-rata memenuhi standar yaitu $>10^6$ CFU/mL. Total bakteri asam laktat pada beberapa penelitian minuman probiotik bahan nabati seperti minuman laktat sari buah durian lay berkisar 8,86-9,33 log CFU/mL (Yuliana dkk., 2016), minuman probiotik sari buah pepaya berkisar $3,29 \times 10^{10}$ - $8,67 \times 10^{10}$ CFU/mL, dan minuman probiotik apel berkisar 5,5 - 8,5 log CFU/mL (Pimentel dkk., 2015).

Kualitas minuman probiotik juga dapat dilihat dari aktivitas antioksidan yang menjadi nilai tambah dalam produk pangan. Minuman probiotik ceri yang disimpan dalam suhu 4 °C memiliki aktivitas antioksidan pada awal penyimpanan sebesar 90,42%, namun mengalami penurunan setelah 28 hari penyimpanan menjadi 86,95%. Penurunan tersebut dapat terjadi akibat adanya aktivitas bakteri probiotik dalam situasi penyimpanan suhu rendah serta adanya oksigen terlarut dalam sampel yang mengakibatkan oksidasi senyawa fenolik (Nematollahi dkk., 2016).

Peningkatan aktivitas antioksidan terjadi pada minuman probiotik *sluury* mangga sebesar 33,08% menjadi 37,36% setelah difermentasi oleh kultur bakteri *L. plantarum*. Induksi DPPH yang kecil dapat disebabkan oleh fermentasi yang singkat, sehingga memengaruhi peningkatan aktivitas antioksidan (Jin *et al.*, 2018). Aktivitas antioksidan juga ditemukan dalam minuman probiotik jus campuran wortel dan buah bit sebesar 80,2% - 89,4% (Malik *et al.*, 2019). Antioksidan yang ditemukan dalam buah dan sayuran merupakan antioksidan alami yang kaya akan senyawa fenolik, vitamin, dan karotenoid (Lourenco *et al.*, 2019).

Tabel 5. Parameter dan Standar Kualitas Minuman Probiotik Bahan Nabati

No	Parameter	Standar	Referensi
1	Mikrobiologi a. Total bakteri	$>10^6$ CFU/mL	(Watson dan Preddy, 2016)
2	Kimia a. pH b. Total padatan terlarut	$\pm 4,6$ Min. 8,6°Brix	(Yuliana dkk., 2016) (Yuliana dkk., 2016)

No	Parameter	Standar	Referensi
	c. Total asam	0,2-0,9%	(Yuliana dkk., 2016)
	d. Kadar lemak	Maks. 0,5%	(Mandei, 2019)
	e. Kadar abu	Maks. 1%	(Mandei, 2019)
	f. Kadar protein	Min. 1%	(Mandei, 2019)
3	Organoleptik		
	a. Rasa	Khas, normal	(SNI, 2014)
	b. Warna	Khas, normal	(SNI, 2014)
	c. Aroma	Khas, normal	(SNI, 2014)

Cemaran mikroorganisme dalam produk minuman probiotik dapat terjadi selama proses pengolahan, dapat berasal dari bahan baku, permukaan peralatan, kultur bakteri yang digunakan, dan udara (Rahayu *et al.*, 2020). Cemaran mikroorganisme pada makanan disebabkan oleh bakteri *E. coli* (air) dan *Salmonella* (Diza *et al.*, 2016). Deteksi cemaran mikroorganisme sejak dini dapat dilakukan dengan teknik PCR, deteksi berbasis biosensor, dan deteksi berbasis molekuler. Cemaran mikroorganisme dalam industri pangan dapat dicegah dengan teknik pemanasan, penambahan bahan kimia, dan teknik non-termal (Holban dan Grumezescu, 2016). Persyaratan minuman probiotik sari buah yang dikeluarkan oleh Badan Standarisasi Nasional mengharuskan cemaran koliform maks. 20 koloni/mL, *E. Coli* <3 APM/mL, *Salmonella* negatif/25 mL dalam produk akhir minuman (SNI, 2014). Pengujian cemaran koliform dan *Salmonella* pada pengolahan minuman probiotik jus apel (Pimentel dkk., 2015) telah dilakukan dan memenuhi standar persyaratan.

Perbedaan buah yang digunakan sebagai bahan dasar minuman probiotik, tidak sangat signifikan memperlihatkan perbedaan kualitas produk akhir. Perbedaan buah dapat dilihat pada produk akhir minuman probiotik pada evaluasi sensori meliputi penampilan, rasa, aroma, dan tekstur (White dan Hekmat, 2018). Perbedaan masing-masing buah juga terletak pada kandungan buah, dari kandungan buah tersebut dapat diunggulkan satu komponen dengan tujuan tertentu. Pada penelitian Setiarto *et al.* (2018), sari buah pepaya diolah menjadi minuman probiotik sebagai antihiperkolesterolemia. Keberhasilan pengolahan minuman probiotik sari buah dan sayur untuk memperoleh kualitas sesuai standar terletak pada pemeliharaan viabilitas dan kegunaannya selama masa simpan produk (Gallina *et al.*, 2019).

KESIMPULAN

Diversifikasi produk lokal bahan nabati (buah dan sayur) telah dikembangkan menjadi minuman probiotik dengan berbagai perlakuan. Metode yang umum digunakan yaitu perlakuan suplementasi sukrosa dan variasi kultur bakteri. Perlakuan suplementasi sukrosa dan variasi kultur probiotik memengaruhi kualitas minuman probiotik. Penggunaan kultur probiotik dari

genus *Lactobacillus* lebih banyak dimanfaatkan dalam pembuatan minuman probiotik. Perpaduan kultur tunggal dan kultur campuran yang tepat mampu meningkatkan kualitas produk pangan fungsional. Kualitas minuman probiotik dengan perlakuan yang tepat menghasilkan parameter kimia, mikrobiologi, dan organoleptik sesuai standar dan layak dikonsumsi.

DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier, dan Sunita. 2010. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Batt, C. A. 2014. *Encyclopedia of Food Microbiology*. Academic Press, USA.
- Batubara, P. A. P., Desniar, dan Setyaningsih, I. 2019. Pengaruh starter bakteri asam laktat probiotik terhadap perubahan kimiawi dan mikrobiologis rusip. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 30(1): 28-35.
- Bostan, K., Alcay, A. U., Yalcin, S., Vapur, U. E., dan Nizamlioglu, M. 2017. Identification and characterization of lactic acid bacteria isolated from traditional cone yoghurt. *Food Science Biotechnology* 26(6): 1625-1632.
- Bujna, E., Farkas, N. A., Tran, A. M., Dam, M. S., dan Nguyen, Q. D. 2017. Lactic acid fermentation of apricot juice by mono- and mixed cultures of probiotic *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* strains. *Food Science Biotechnology* 27: 547-554.
- Cempaka, A. R., Santosa, S., dan Tanuwijaya, L. K. 2014. Pengaruh metode pengolahan (*juice* dan *blending*) terhadap kandungan quercetin berbagai varietas apel lokal dan impor (*Malus domestica*). *Indonesian Journal of Human Nutrition* 1(1): 14-22.
- Cummins, E.J., dan Lyng, J.G. 2017. *Emerging Technologies in Meat Processing: Production, Processing, and Technology*. John Wiley & Sons, Ltd, UK.
- Diza, Y. H., Wahyuningsih, T., dan Hermianti, W. 2016. Penentuan jumlah bakteri asam laktat (BAL) dan cemaran mikroba patogen pada yoghurt bengkuang selama penyimpanan. *Jurnal Litbang Industri* 6(1): 1-11.
- Fatima, T., Bashir, O., Gani, G., Bhat, T. A., dan Jan, N. 2018. Nutritional and health benefits of apricots. *International Journal of Unani and Intergrative Medicine* 2(2): 5-9.
- Feliatra, 2018. *Probiotik: Suatu Tinjauan Keilmuan Baru bagi Pakan Budi Daya Perikanan*. Kencana, Jakarta.
- Gallina, D. A., Barbosa, P. D. P. M., Ormenese, R. D. C. S. C., dan Garcia, A. D. O. 2019. Development and characterization of probiotic fermented smoothie beverage. *Revista Ciencia Agronomica* 5(3): 378-386.
- Gao, Y., Hamid, N., Maddox, N. G., Kantono, K., dan Kitundu, E, 2019. Development of a probiotic beverage using breadfruit flour as a substrat. *Food* 8(214): 1-19.

- Grumezescu, A. M., dan Holban, A. M. (Eds). 2018. *Therapeutic, Probiotic, and Unconventional Foods*. Academic Press, United Kingdom.
- Gungor, E., Altop, A., Ozturk, E., dan Erener, G. 2017. Nutritional changes of sour cherry (*Prunus cerasus*) kernel subjected to *Aspergillus niger* solid-state fermentation. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty* 99-103.
- Gustiyana, W., Suandi, S., dan Sativa, F. 2017. Analisis tingkat kecukupan pangan dan gizi nabati rumah tangga di Kecamatan Kayu Aro Barat Kabupaten Kerinci. *Jurnal Ilmiah Sosio-Ekonomika Bisnis* 20(2): 3-3.
- Hapsari, M. D. Y., dan Estiasih, T. 2015. Variasi proses dan grade apel (*Malus sylvestris mill*) pada pengolahan minuman sari buah apel: kajian pustaka. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 3(3): 939-949.
- Holban, A. M., dan Grumezescu, A. M. 2016. *Microbial Contamination and Food Degradation*. Elsevier, London.
- Hossain, M. F., Akhtar, S., dan Anwar, M. 2015. Nutritional value and medical benefits of pineapple. *International Journal of Nutrition and Food Sciences* 4(1): 84-88.
- Hui, Y. H. 2006. *Handbook of Fruits and Fruit Processing*. Blackwell Publishing, Iowa.
- Hui, Y. H. 2016. *Handbook of Vegetable Preservation and Processing*. CRC Press, Florida.
- Jin, X., Chen, W., Chen, H., Chen, W., dan Zhong, Q. 2018. Comparative evaluation of the antioxidant capacities and organic acid and volatile contents of mango slurries fermented with six different probiotic microorganisms. *Journal of Food Science* 00(0): 1-10.
- Karta, I. W., Susila, L. A. N. K. E., Mastra, I. N., dan Dikta, P. G. A. 2015. Kandungan gizi pada kopi biji salak (*Salacca zalacca*) produksi kelompok tani abian salak Desa Sibetan yang berpotensi sebagai produk pangan lokal berantioksidan dan berdaya saing. *VIRGIN: Jurnal Ilmiah Kesehatan dan Sains* 1(2): 123-133.
- Kehek, F. S. 2017. Pengaruh variasi konsentrasi gula terhadap kualitas minuman fermentasi pisang batu (*Musa balbisiana* Colla). *Skripsi*. Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.
- Krismawati, A. 2012. Keunggulan dan potensi pengembangan sumber daya genetik durian Kalimantan Tengah. *Buletin Plasma Nutfah* 18(2): 70-76.
- Kumar, G. P., Sekhar, Y. C., Ashok, G., Anand, K., dan Anilakumar, K. R. 2018. Functional benefits of *Ziziphus jujuba* fruits: anti-fatigue activity and antioxidant enzyme activities in experimental animal models. *EC Nutrition* 13(5): 288-298.
- Lalujan, L.E., Djarkasi, G. S. S., Tuju, T. J. N., Rawung, D., dan Sumual, M. F. 2017. Komposisi kimia dan gizi jagung lokal varietas 'Manado Kuning' sebagai bahan pangan pengganti beras. *Jurnal Teknologi Pertanian* 8(1): 47-54.
- Lestari, L. A., dan Helmyati, S. 2018. *Peran Probiotik di Bidang Gizi dan Kesehatan*. UGM Press, Yogyakarta.

- Liong, M. T. 2011. *Probiotics: Biology, Genetics, and Health Aspects*. Springer Science & Business Media, Heidelberg.
- Lourenco, S. C., Martins, M. M., dan Alves, V. D. 2019. Antioxidants of natural plant origins: from sources to food industry applications. *Molecules* 24(22): 4132.
- Malganji, S., Sohrabvandi, S., Jahadi, M., Nematollahi, A., dan Sarmadi, B. 2016. Effect of refrigerated storage on sensory properties and viability of probiotic in grape drink. *Applied Food Biotechnology* 3(1): 59-62.
- Malik, M., Bora, J., dan Sharma, V. 2019. Growth studies of potentially probiotic lactic acid bacteria (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus acidophilus*, and *Lactobacillus casei*) in carrot and beetroot juice substrates. *Journal of Food Processing and Preservation* 43(11): 1-8.
- Mandei, J. H., Edam, M., dan Assah, Y. F. 2019. Rasio campuran air kelapa, sari wortel dan variasi susu skim terhadap mutu minuman probiotik. *Jurnal Riset Teknologi Industri* 13(2): 192-205.
- Masdarini, L. 2011. Manfaat dan keamanan makanan fermentasi untuk kesehatan (Tinjauan dari Aspek Ilmu Pangan). *JPTK UNDIKSHA* 8(1): 53-58.
- Mustafa, S. M., Chua, L. S., El-Enshasy, H. A., Majid, F. A. A., Hanapi, S. Z., dan Malik, R. A. 2018. Effect of temperature and pH on the probiotication of *Punica granatum* juice using *Lactobacillus* species. *Journal of Food Biochemistry* 43(4): 1-10.
- Neha, P., Jain, S. K., Jain, N. K., Jain, H. K., dan Mittal, H. K. 2018. Chemical and functional properties of beetroot (*Beta vulgaris* L.) for product development: a review. *International Journal of Chemical Studies* 6(3): 3190-3194.
- Nematollahi, A., Sohrabvandi, S., Mortazavian, A. M., dan Jazaeri, S. 2016. Viability of probiotic bacteria and some chemical and sensory characteristics in cornelian cherry juice during cold storage. *Electronic Journal of Biotechnology* 21: 49-53.
- Nurainy, F., Rizal, S., Suharyono, S., dan Umami, E. 2018. Karakteristik minuman probiotik jambu biji (*Psidium guajava*) pada berbagai variasi penambahan sukrosa dan susu skim. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 7(2): 47-54.
- Nurdyansyah, F., dan Hasbullah, U. H. A. 2018. Optimasi fermentasi asam laktat oleh *Lactobacillus casei* pada media fermentasi yang disubstitusi tepung kulit pisang. *Journal of Biology* 11(1): 64-71.
- Oliveira, T. B. D., dan Genovese, M. I. 2013. Chemical composition of cupuassu (*Theobroma grandiflorum*) and cocoa (*Theobroma cacao*) liquors and their effects on streptozotocin-included diabetic rats. *Food Research International* 51: 929-935.
- Pereira, A. L. F., Feitosa, W. S. C., Abreu, V. K. G., Lemos, T. O., Gomes, W. F., Narain, N., dan Rodrigues, S. 2017. Impact of fermentation conditions on the quality and sensory properties of a probiotic cupuassu (*Theobroma grandiflorum*) beverage. *Food Research International* 100(Pt 1): 603-611.

- Pimentel, T. C., Madrona, G. S., Garcia, S., dan Prudencio, S. H. 2015. Probiotic viability, physicochemical characteristics and acceptability during refrigerated storage of clarified apple juice supplemented with *Lactobacillus paracasei* ssp. *Paracasei* and oligofructose in different package type. *Food Science and Technology* 63: 415-422.
- Prado, F.C., Parada, J. L., Pandey, A., dan Soccol, C. R. 2008. Trends in non-dairy probiotic beverages. *Food Res. Int.* 41: 111-123.
- Pranayanti, I. A. P. dan Sutrisno, A. 2015. Pembuatan Minuman probiotik air kelapa muda (*Cocos nucifera* L.) dengan starter *Lactobacillus casei* strain Shirota. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 3(2): 763-772.
- Radiati, L. E., Andriani, R. D., Aprillyani, M. W., dan Rahayu, P. P. 2019. *Mikrobiologi Dasar Hasil Ternak*. UB Press, Malang.
- Rahayu, E. S. Mutmainah, N., Oliver, A. N., Aziezah, E. A., Jessica, M., Lie, K. K., Tandela, I. F., Tanya, J., Cristophorus, R. O. H., Yudhanti, G. T., Sitaresmi., Celestine, A., Bunga, K. F. A., Kennedy, M. F., Okta, C. E. D. W., Khoirunnisa, I., dan Chandra, M. *Strain Improvement Bakteri Asam Laktat untuk Industri Pangan*. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Rai, V. R., dan Bai, J. A. 2015. *Benefical Microbes in Fermented and Function Food*. CFC Press, London.
- Reddy, L. V., Min, J.H., dan Wee, Y. J. 2015. Production of probiotic mango juice by fermentation of lactic acid bacteria. *Microbiol. Biotechnol. Lett.* 4: 120-125.
- Rizal, S., Erna, M., Nurainy, F., dan Tambunan, A. R. 2016. Karakteristik probiotik minuman fermentasi laktat sari buah nanas dengan variasi jenis bakteri asam laktat. *Jurnal Kimia Terapan Indonesia* 18(1): 63-71.
- Sahadeva, R. P. K., Leong, S. F., Chua, K. H., Tan, C. H., Chan, H. Y., Tong, E. V., Wong, S. Y. W., dan Chan, H. K. 2011. Survival of commercial probiotics strains to pH and bile. *International Food Research Journal* 18(4): 1515-1522.
- Sanz, M. L., Vilamiel, M., Martinez, I. C. 2004. Inositosis and carbohydrates in different fresh fruit juices. *Food Chemistry* 87(3): 325-328.
- Setiarto, R. H. B., Widhyastuti, N., Octavia, N. D., dan Himawan, H. C. 2018. Produksi sari pepaya (*Carica papaya*) fermentasi sebagai minuman probiotik antihiperkolesterolemia. *Jurnal Litbang Industri* 8(1): 23-30.
- Setyawardani, T., Rahayu, W. P., Maheswari, R., dan Palupi, N. H. S. 2011. Identification and characterization of probiotic lactic acid bacteria isolated from indigenous goat milk. *Animal Production* 13(1): 57-63.
- Shanti, N. M., dan Zuraida, R. 2016. Pengaruh pemberian jus semangka terhadap penurunan tekanan darah lansia. *MAJORITY* 5(4): 117-123.
- Siswanto, Ansharullah, dan Baco, A. R. 2018. Formulasi produk minuman kesehatan probiotik berbasis kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.) dan sari jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan* 3(5):1642-1651.

- Smid, E. J., dan Lacroix, C. 2013. Microbe-microbe interactions in mixed culture food fermentations. *Food Biotechnology* 24: 148-154.
- Standar Nasional Indonesia. 2014. SNI 2719:2014. Syarat Mutu Minuman Sari Buah. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Sudjijo. 2014. *Sekilas Tanaman Delima dan Manfaatnya*. http://hortikultura.litbang.pertanian.go.id/IPTEK/9_Sudjijo_Delima2014.pdf. Diakses pada tanggal 8 Agustus 2020.
- Sukandar, D., Muawanah, A., Amelia, E. R., dan Anggraeni, F. N. 2014. Aktivitas antioksidan dan mutu sensori formulasi minuman fungsional sawo-kayu manis. *Jurnal Kimia Valensi* 4(2): 80-89.
- Tamime, A. Y., dan Robinson, R. K. 2007. *Tamime and Robinson's Yoghurt*. CRC Press, USA.
- United States Departement of Agriculture (USDA). 2016. Guavas, Common, Raw: Nutrient Values and Weights Are for Edible Portion. National Nutrient Database for Standard reference, Relase 28.
- Utami, C. R. 2018. Karakteristik minuman probiotik fermentasi *Lactobacillus casei* dari sari buah salak. *Jurnal Teknologi Pangan* 9(1): 1-9.
- Vermitia, dan Wulan, A. J. 2018. Potensi anggur merah (*Vitis vinifera*) sebagai pencegahan aterosklerosis. *Jurnal Agromedicine* 5(1): 458-462.
- Wardyaningrum, D. 2011. Tingkat kognisi tentang konsumsi susu pada ibu peternak sapi perah Lembang Jawa Barat. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Pranata Sosial* 1(1): 19-26.
- Wang, J., Guo, Z., Zhang, Q., Yan, L., Chen, W., Liu, X. M., dan Zhang, H. P. 2009. Fermentation characteristics and transit tolerance of probiotic *Lactobacillus casei* zhang in soymilk and bovine milk during storage. *Journal Dairy Science* 92: 2468-2476.
- Wariyah, C. 2010. Vitamin C retention and acceptability of orange (*Citrus nobilis* var. *Microcarpa*) juice during storage in refrigerator. *Jurnal AgriSains* 1(1): 50-55.
- Watson, R.R., dan Preedy, V. R. 2016. *Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics: Bioactive Food in Health Promotion*. Academic Press, USA.
- White, J., dan Hekmat, S. 2018. Development of probiotic fruit juices using *Lactobacillus rhamnosus* GR-1 fortified with short chain and long chain inulin fiber. *Fermentation* 4(27): 1-12.
- Widianingsih, E. N. 2011. Peran probiotik untuk kesehatan. *Jurnal Kesehatan* 4(1): 14-20.
- Wosiacki, G., Nogueira, A., Denardi, F., dan Viera, R. G. 2007. Sugar composition of depectinized apple juices. *Proceeding Semina Ciencias Agrarias, Londrina*, 28(4): 645-652.
- Xu, X., Bao, Y., Wu, B., Lao, F., Hu, X., dan Wu, J. 2019. Chemical snalysis and flavor properties of blended orange, carrot, apple, and chinese jujube juice fermented by selenium-enriched probiotics. *Food Chemistry* 289: 250-258.

- Yahia, E. M. 2018. *Fruit and Vegetable Phytochemicals: Chemistry and Human Health*. John Wiley & Sons Ltd, United Kingdom.
- Yildiz, F. 2010. *Development and Manufacture of Yogurt and Other Functional Dairy Products*. CRC Press, London.
- Yuliana, N., Noviyeziana, T., dan Sutikno, S. 2016. Karakteristik minuman laktat Sari buah durian lay (*Durio kutejensis*) yang disuplementasi dengan kultur *Lactobacillus* selama penyimpanan pada suhu rendah. *Jurnal Agritech* 36(4): 424-432.
- Yanuar, S. E. dan Sutrisno, A. 2015. Minuman probiotik dari air kelapa muda dengan starter bakteri asam laktat *Lactobacillus casei*. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 3(3): 909-917.
- Zabidah, A.A., Kong, K. W., dan Amin, I. 2011. Antioxidant properties of tropical juices and their effects on in vitro hemoglobin and low density lipoprotein (LDL) oxidations. *International Food Research Journal* 18(2).
- Zubaidah, E., dan Veronica, C. 2014. Studi aktivitas antioksidan cuka berbasis buah anggur Bali (*Vitis vinifera*) utuh dan tanpa kulit.