

Kajian Potensi Buah Naga Merah sebagai Bahan Baku Bubuk Sinbiotik dalam Upaya Pengembangan Pangan Fungsional

Study of the Potential of Red Dragon Fruit as a Raw Material for Synbiotic Powder in Efforts to Fuctional Food Development

Esa Firdausa^{1*}; and Jaya Mahar Maligan¹

¹ Departemen Ilmu Pangan dan Bioteknologi, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur, Indonesia

Abstrak

Pendahuluan: Buah naga merah beberapa tahun terakhir menjadi populer di kalangan masyarakat karena kandungannya yang kaya antioksidan, serat, serta vitamin dan mineral. Serat dalam buah naga yang berupa FOS memiliki potensi sebagai prebiotik. Beberapa tahun terakhir, sinbiotik *non-dairy* mulai diminati masyarakat dimana kandungan prebiotik dalam suatu komoditas dilakukan fermentasi menggunakan probiotik sehingga bersinergi menghasilkan sinbiotik. **Tujuan:** Mengetahui karakteristik buah naga merah dan potensinya untuk dikembangkan menjadi produk bubuk sinbiotik. **Metode:** Kajian pustaka dilakukan dengan pencarian literatur menggunakan Google Scholar dengan kata kunci spesifik diantaranya "*synbiotic powder*", "*fruit*", "*fructooligosaccharides*", "*lactobacillus*" pada jurnal nasional maupun internasional. **Hasil:** FOS yang terkandung dalam buah naga merah dapat dipecah oleh BAL menjadi SCFA yang memiliki berbagai manfaat bagi saluran pencernaan. Sebagai peningkatan daya simpan, sinbiotik juga dapat diolah lebih lanjut hingga menjadi bentuk bubuk. Bubuk sinbiotik yang memiliki kadar air rendah dan berbentuk padatan akan memiliki umur simpan yang lebih panjang serta lebih mudah untuk disimpan. Proses pembuatan bubuk sinbiotik dapat dilakukan diantaranya menggunakan metode *freeze-drying* maupun *spray-drying*.

Kata Kunci

Buah naga merah, pangan fungsional, sinbiotik

Abstract

Introduction: In recent years, red dragon fruit has become popular among the public because of its content which is rich in antioxidants, fiber, as well as vitamins and minerals. The fiber in dragon fruit in the form of FOS has potential as a prebiotic. In recent years, non-dairy synbiotics have begun to be of interest to the public where the prebiotic content in a commodity is fermented using probiotics so that they work together to produce synbiotics. **Objective:** To know the characteristics of red dragon fruit and its potential to be developed into synbiotic powder products. **Methods:** A literature review was conducted by searching the literature using Google Scholar with specific keywords including "*synbiotic powder*", "*fruit*", "*fructooligosaccharides*", "*lactobacillus*" in national and international journals. **Result:** FOS contained in red dragon fruit can be broken down by LAB into SCFA which has various benefits for the digestive tract. As an increase in shelf life, synbiotics can also be further processed into powder form. Synbiotic powder that has a low water content and is in solid form will have a longer shelf life and be easier to store. The process of making synbiotic powder can be done using *freeze-drying* or *spray-drying* methods.

Keyword

Red dragon fruit, functional food, synbiotic

1.

* Korespondensi : Esa Firdausa

 esa.frds12@gmail.com

Pendahuluan

Buah naga dalam beberapa tahun terakhir sedang marak dibudidayakan di Indonesia karena tingginya minat masyarakat terhadap karakteristik sensorinya yang menarik serta kandungan senyawa fungsional di dalamnya (Hariyanto, 2016). Buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) memiliki kandungan antioksidan alami yang diantaranya terdapat betasianin, flavonoid, polifenol, likopen, vitamin C, vitamin B kompleks, beta-karoten, mineral, serta serat (Solehah *et al.*, 2022). Kandungan serat dalam buah naga merah yang berupa oligosakarida terutama jenis fruktooligosakarida (FOS) memiliki sifat fungsional yang bermanfaat bagi sistem pencernaan yaitu sebagai prebiotik (Wiechinchot *et al.*, 2010). Prebiotik adalah jenis senyawa yang tidak dapat tercerna oleh enzim-enzim pencernaan melainkan sebagai sumber nutrisi bagi mikroflora usus yang disebut probiotik yang kemudian dapat berpengaruh dalam peningkatan imun tubuh (Davani-Davari *et al.*, 2022).

Beragam manfaat dari kandungan buah naga menjadikan buah naga sebagai bahan baku pangan fungsional yang potensial untuk dikembangkan. Tren konsumsi pangan masyarakat saat ini mulai beranjak pada pemanfaatan makanan sebagai fungsi tersiernya, yaitu bahan pangan yang dapat memberikan sifat fungsional bagi fisiologis tubuh (Suter, 2014). Kandungan prebiotik pada buah naga memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai *non-dairy* sinbiotik dengan cara penambahan probiotik untuk memfermentasi kandungan FOS pada buah naga menjadi asam lemak rantai pendek (SCFA) yang memiliki berbagai manfaat bagi peningkatan imun tubuh (Chaturvedi *et al.*, 2021). Tantangan metode penyimpanan bagi pangan hasil fermentasi yang perlu disimpan dalam suhu dingin kemudian diatasi dengan proses enkapsulasi melalui pengeringan semprot atau *spray drying* (Jiang *et al.*, 2022). Konsep pengeringan semprot yang akan menghasilkan granula berupa enkapsulan yang berisi probiotik yang masih tetap dapat bertahan hidup kemudian menjadi lanjutan pengembangan produk sinbiotik tersebut (Chaturvedi *et al.*, 2021). Sinbiotik yang tersedia dalam bentuk bubuk akan memiliki umur simpan yang lebih lama serta mudah untuk disimpan dan dibawa oleh konsumen.

Dalam beberapa tahun terakhir, konsep pembuatan serbuk sinbiotik dengan pemanfaatan komoditas yang beragam sedang banyak dikembangkan. Berdasarkan potensi buah naga merah yang telah diketahui, maka kajian pustaka ini bertujuan untuk menganalisis lebih lanjut potensi buah naga merah sebagai bahan baku dari pengembangan produk pangan fungsional bubuk sinbiotik.

2. Bahan dan Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kajian pustaka dengan melakukan penelusuran artikel-artikel publikasi penelitian terdahulu pada laman *Google Scholar* menggunakan kata kunci diantaranya '*synbiotic powder*', '*fruit*', '*fructooligosaccharides*', '*lactobacillus*', dan '*spray dried*' dengan rentang tahun publikasi 10 tahun terakhir pada jurnal nasional maupun internasional bereputasi. Pencarian pada laman tersebut menghasilkan 978 artikel publikasi yang kemudian diambil sejumlah 5 artikel yang sesuai dengan penelitian kajian pustaka ini yaitu penelitian pengembangan produk bubuk sinbiotik menggunakan komoditas bahan alam yang dikeringkan menggunakan mesin *spray dryer*. Selain sejumlah artikel yang dipilih tersebut, artikel lain juga digunakan sebagai referensi tambahan untuk mendukung teori yang dibahas.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Potensi Pengembangan Produk Sinbiotik Bubuk

Sinbiotik merupakan suatu produk pangan olahan yang mengkombinasikan antara komponen probiotik dan prebiotik dalam sebuah produk pangan (Desnilasari and Lestari, 2014). Menurut *International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics* (ISAPP) pada Swanson *et al.* (2020), definisi dari sinbiotik adalah suatu campuran yang di dalamnya terkandung mikroorganisme hidup dan substrat tertentu yang dapat dimanfaatkan oleh mikroorganisme di dalam tubuh manusia serta dapat memberikan manfaat kesehatan bagi tubuh. Sinbiotik memberi manfaat peningkatan kesehatan tubuh dengan cara memberikan nutrisi berupa prebiotik yang kemudian dimanfaatkan oleh mikroflora usus menghasilkan berbagai senyawa diantaranya asam lemak rantai pendek (SCFA) yang digunakan sebagai immunomodulator (Kearney and Gibbons, 2018). Dalam beberapa tahun terakhir, riset terkait pengembangan produk sinbiotik terutama berbasis produk non susu sedan banyak dikembangkan diantaranya untuk alternatif konsumsi probiotik bagi konsumen intoleransi laktosa, pengidap alergi, dislipidemia, pelaku pola konsumsi vegan, dan lain sebagainya (Mishra *et al.*, 2021). Akan tetapi, disamping hal tersebut, dalam pengembangan produk sinbiotik terdapat tantangan terkait pengemasan dan penyimpanan produk sinbiotik karena merupakan pangan olahan fermentasi yang memiliki nutrisi tinggi sehingga menarik mikroba pembusuk maupun patogen untuk tumbuh apabila tidak dilakukan teknik pengemasan dan penyimpanan yang sesuai (Patel *et al.*, 2023). Oleh karena itu, beberapa riset telah mengembangkan produk sinbiotik sekaligus dilakukan proses pengeringan supaya dapat tersedia dalam bentuk bubuk.

Produksi sinbiotik dalam bentuk bubuk biasa dilakukan menggunakan mesin pengering semprot (*spray dryer*) atau pengering beku (*freeze dryer*) (Chaturvedi *et al.*, 2021). Keunggulan dari *freeze dryer* diantaranya adalah mekanisme pengeringannya yang menggunakan suhu dingin akan mempertahankan senyawa volatil yang terkandung di dalamnya. Disamping itu, *spray dryer* memiliki keunggulan diantaranya memiliki efisiensi energi yang lebih maksimal, terjangkau, dan waktu pengeringan yang lebih cepat dibandingkan *freeze dryer* (Febriyenti *et al.*, 2014). Oleh karena itu, proses pengeringan menggunakan *spray dryer* lebih banyak dipilih terkait efisiensinya. Dalam pembuatan sinbiotik bubuk menggunakan *spray dryer*, probiotik yang sensitif terhadap suhu tinggi dikondisikan dengan proses enkapsulasi, proses pelapisan menggunakan lapisan pengaman yang berfungsi untuk mempertahankan atau meningkatkan kualitas, keamanan, maupun sifat fungsional produk, dimana proses tersebut termasuk dalam tahapan mekanisme proses dalam alat *spray dryer* (Timilsena *et al.*, 2020; Akbarbaglu *et al.*, 2021). Bahan enkapsulan dalam produk sinbiotik yang umum digunakan adalah jenis polisakarida yang mana beberapa jenisnya juga termasuk dalam prebiotik, yaitu inulin, fruktooligosakarida (FOS), maupun glukooligosakarida (GOS) (Raddatz *et al.*, 2020). Dengan adanya tahapan enkapsulasi tersebut, probiotik akan terjaga keberlangsungan hidupnya dari paparan suhu tinggi (Vivek *et al.*, 2023).

3.2. Ketahanan Probiotik dalam Proses Pengeringan *Spray Dryer* Menjadi Sinbiotik Bubuk

Daya hidup atau viabilitas sel probiotik dalam sinbiotik bubuk menjadi perhatian utama untuk dianalisis. Paparan suhu tinggi pada proses *spray drying* akan mengurangi probiotik yang hidup meskipun dalam beberapa eksperimen, perlakuan *spray drying* dapat mempertahankan viabilitas sel probiotik sebesar 100% atau tidak ada penurunan jumlah

probiotik dari bentuk cair menjadi bentuk bubuk (Sharma *et al.*, 2022). Akan tetapi, penelitian terkait ketahanan probiotik pada sinbiotik berbasis produk non-susu masih terbatas sehingga dilakukan perbandingan pada kajian pustaka ini yang disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Hasil Penelitian Ketahanan Probiotik dalam Proses Pengeringan *Spray Dryer*

Komoditas Bahan Alam	Jenis Prebiotik	Jenis Probiotik	Perlakuan	Hasil	Sumber Referensi
Leci (<i>Litchi chinensis</i> Sonn.)	• Maltodekstrin • FOS • Pektin	• <i>Lactobacillus plantarum</i> MTCC2621	• Maltodekstrin 15% (M) • Maltodekstrin 10% + Pektin 5% (MP) • Maltodekstrin 10% + FOS 5% (MF) • Maltodekstrin 10% + Pektin 5% + FOS 5% (MPF) • Total BAL pada inokulum awal sebesar 11 log CFU/mL • <i>Spray Drying</i> suhu inlet 110-115°C, <i>feeding rate</i> 40-60 mL/jam, tekanan 15 psi, diameter nozzle 5 mm	Total BAL setelah perlakuan <i>spray drying</i> (log CFU/g): • M: 8,81 • MP: 8,76 • MF: 8,15 • MPF: 8,81	Kalita <i>et al.</i> , 2018
Buah Maoluang (<i>Antidesma bunius</i> Linn.)	• Maltodekstrin • Inulin • <i>Tiliacora triandra</i> gum	• <i>Lactobacillus casei</i> 01 (LC) • <i>Lactobacillus acidophilus</i> (LA)	• Maltodekstrin 20% (RM) • Maltodekstrin 10% + Inulin 10% (RMI) • Maltodekstrin 10% + <i>Tiliacora triandra</i> gum 10% (RMY) • Total BAL pada jus maoluang	Total BAL setelah perlakuan <i>spray drying</i> (log CFU/g): • LC-RM: 8,65 • LC-RMI: 8,73 • LC-RMY: 8,70	Chaikham <i>et al.</i> , 2017

			pasterurisasi 10 log CFU/mL • <i>Spray Drying</i> suhu inlet 160°C, suhu outlet 80°C, <i>feeding rate</i> 0,6-1 L/jam, tekanan 15 psi, diameter <i>nozzle</i> 5 mm	• LA-RM: 8,77 • LA-RMI: 8,80 • LA-RMY: 8,82	
Acerola (<i>Malpighia emarginata</i> D.C.) dan Ciriguela (<i>Spondias purpurea</i> L.)	Maltodekstrin DE 5, 10, dan 15	<i>Lactobacillus rhamnosus</i> LPAA 01, <i>Lactobacillus casei</i> LPAA 02, dan <i>Lactobacillus plantarum</i> LPAA 03	• Campuran jus acerola 60% dan ciriguela 40% diinokulasi sebanyak 1% (b/b) selama 24 jam didapatkan total BAL 10,39 log CFU/g • Maltodekstrin DE 5 10% • Maltodekstrin DE 10 10% • Maltodekstrin DE 15 10% • Dihomogenisasi untuk mikroenkapsulasi • <i>Spray Drying</i> suhu inlet 140°C, suhu outlet 90°C, <i>feeding rate</i> 0,06 L/jam, tekanan 0,6 MPa, diameter <i>nozzle</i> 1,2 mm	Total BAL setelah perlakuan <i>spray drying</i> (log CFU/g): • DE5: 8,53 • DE10: 8,31 • DE15: 8,00	Souza <i>et al.</i>, 2020
Jambu Biji (<i>Psidium gujava</i>)	• Maltodekstrin • Inulin	<i>Lactobacillus plantarum</i>	• Fermentasi jus jambu biji dengan <i>Lactobacillus plantarum</i> 1% (b/v) pada suhu 30°C selama 72	Persentase kemampuan berahan hidup BAL setelah perlakuan <i>spray</i>	Upadhyay and Dass, 2021

			jam dengan total BAL 10 log CFU/mL • Maltodekstrin 20% (MD) • Maltodekstrin 10% + Inulin 10% (MD-INU) • Inulin 20% (INU) • <i>Spray Drying</i> suhu inlet 120°C, suhu outlet 75°C, <i>feeding rate</i> 0,3 L/jam, tekanan 0,6 MPa	<i>drying</i> : • MD: 80,86% • MD-INU: 92,23% • INU: 91,88%	
Kacang hijau dan kacang merah	• Maltodekstrin • Gum Acacia • Xanthan Gum	<i>Lacticaseibacillus casei</i>	• Kacang hijau 100% (GMB) • Kacang merah 100% (RMB) • Kacang merah 70% + kacang hijau 30% (KB) • Maltodekstrin 10% (MD) • Gum Acacia 2% (GA) • Xanthan gum 0,1% (XG) • <i>Spray Drying</i> suhu inlet 130°C, suhu outlet 70°C, <i>feeding rate</i> 25 mL/jam, diameter nozzle 0,7 mm	Total BAL setelah perlakuan <i>spray drying</i> (log CFU/g): • RKB GA: 9,04 • RKB XG: 9,27 • RKB MD: 8,98 • KB GA: 8,39 • KB XG: 8,90 • KB MD: 7,48 • GMB GA: 8,62 • GMB XG: 8,85 • GMB MD: 8,81	Chaturvedi and Chakraborty, 2022

Berdasarkan standard mutu SNI 7552:2009 untuk minuman susu fermentasi berperisa, total minimum probiotik yang terkandung adalah 6 log CFU/mL (BSN, 2009). Nilai tersebut sekaligus menjadi batas minimum supaya suatu probiotik yang terkandung dalam minuman dapat bertahan hidup hingga mencapai saluran pencernaan karena dalam perjalanannya menuju usus atau kolon terdapat diantaranya kondisi ekstrim yang mampu mengganggu

viabilitasnya seperti pH tinggi pada asam lambung serta garam empedu (Rozanska *et al.*, 2021). Berdasarkan standard mutu tersebut, maka hasil dari kelima eksperimen yang dibandingkan telah memenuhi standard mutu total jumlah viabilitas sel dimana seluruh hasil uji total BAL berada pada nilai di atas 7,48 log CFU/mL. Akan tetapi, seluruh nilai viabilitas probiotik setelah diserbukkan tersebut tidak dihitung persentasenya kecuali pada penelitian Upadhyay and Dass (2021) yang justru tidak diketahui jumlah pasti total BAL-nya. Nilai persentase ketahanan sel digunakan untuk mengetahui perbandingannya satu sama lain karena nilai tersebut didapatkan melalui perbandingan jumlah sel sebelum dan sesudah diserbukkan. Berdasarkan analisis, persentase ketahanan sel terendah terdapat pada hasil penelitian Souza *et al.* (2020) yang sejumlah 77%, sedangkan nilai tertinggi terdapat pada hasil penelitian Upadhyay and Dass (2021) yaitu sejumlah 92,23%. Menurut Sharma *et al.* (2022), nilai persentase ketahanan sel selain dipengaruhi oleh jenis penyalut atau enkapsulan yang umumnya diteliti untuk dibahas lebih lanjut, juga dipengaruhi oleh tingginya suhu pada mesin *spray dryer* yang digunakan terutama signifikan pada suhu *outlet* yang digunakan. Semakin rendah suhu *outlet* yang digunakan pada mesin *spray dryer*, maka persentase ketahanan sel yang diperoleh akan semakin tinggi, karena hal tersebut tidak signifikan apabila dibandingkan dengan suhu *inlet* yang digunakan. Pada tabel perbandingan juga didapatkan hasil serupa karena nilai persentase tertinggi yang didapatkan pada Upadhyay and Dass (2021) menggunakan suhu *outlet* paling kecil yaitu 75°C, sedangkan nilai persentase terendah pada Souza *et al.* (2022) menggunakan suhu *outlet* tertinggi yaitu sebesar 90°C. Dalam aspek penggunaan bahan pengisi, seluruh penelitian yang dibandingkan menggunakan jenis polisakarida berupa maltodekstrin. Bahan pengisi pada sinbiotik digunakan untuk mengurangi nilai *glass transition* yang ada pada produk sinbiotik yang cenderung kental dan akan mengakibatkan kelengketan pada dinding *spray dryer* (Shishir and Chen, 2017). Maltodekstrin sebagai bahan pengisi untuk bahan yang dikeringkan melalui *spray dryer* seperti hal yang paling umum digunakan karena harganya yang terjangkau. Akan tetapi, pada kelima artikel perbandingan, perlakuan yang hanya dilakukan menggunakan maltodekstrin tidak memiliki performa semaksimal menggunakan bahan campuran lainnya dalam mempertahankan viabilitas sel probiotik. Dengan hal tersebut maka terdapat potensi pengembangan riset yang luas untuk mendapatkan bahan pengisi lain yang dapat digunakan untuk proses *spray drying* yang mudah didapatkan dan terjangkau.

3.3. Sifat Fungsional pada Sinbiotik Bubuk

Produk sinbiotik bubuk yang memenuhi standard mutu yaitu memiliki viabilitas sel diantara 6-8 log CFU/mL umumnya akan tetap hidup sampai di saluran pencernaan sehingga dapat dimanfaatkan secara optimal (Kalita *et al.*, 2018). Manfaat yang dapat diberikan sinbiotik bubuk diantara lain adalah peningkatan mikroflora usus karena datangnya probiotik yang dibawa pada sinbiotik tersebut. Selain itu, cadangan prebiotik yang juga dibawa akan dimanfaatkan oleh probiotik sebagai asupan nutrisi untuk menjaga keberlangsungan hidupnya serta hasil metabolismenya adalah berupa asam lemak rantai pendek (SCFA) yang berfungsi sebagai immunomodulator (Pandey *et al.*, 2015; Markowiak and Slizewska, 2017).

3.4 Potensi Buah Naga Merah Sebagai Produk Pangan Fungsional Sinbiotik Bubuk

Buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) merupakan komoditas pertanian yang melimpah di Indonesia terutama di Jawa Timur dengan angka produksi mencapai 2.834.935 kwintal (BPS, 2023). Kandungan dalam buah naga merah penuh dengan senyawa bioaktif yang dapat dimanfaatkan oleh tubuh, diantaranya terdapat betasianin, likopen, flavonoid, asam fenolat, vitamin C, potasium, fosfor, asam lemak esensial, serta serat (Solehah *et al.*, 2022). Serat yang terkandung dalam buah naga termasuk dalam kategori polisakarida berupa fruktooligosakarida (FOS) yang termasuk ke dalam jenis prebiotik (Kumar *et al.*, 2018). Dengan ketersediaan prebiotik pada buah naga merah, proses inokulasi dengan probiotik pada jus buah naga akan menghasilkan produk sinbiotik seperti penelitian-penelitian yang dilakukan sebelumnya. Kemudian, tidak ada ketentuan khusus untuk sinbiotik dalam bentuk cair supaya dapat dikeringkan menggunakan *spray dryer* sehingga pembuatan sinbiotik bubuk berbahan dasar buah naga merah sangat mungkin untuk dilakukan. Apabila kemudian angka viabilitas sel probiotik pada sinbiotik buah naga merah memenuhi standard mutu, dapat dipastikan sinbiotik bubuk berbahan dasar buah naga dapat memberikan efek fungsional seperti produk sinbiotik pada umumnya. Selain itu potensi efek fungsional lainnya juga dapat dikaji lebih lanjut melalui pendekatan senyawa bioaktif yang terkandung dalam buah naga merah segar.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil kajian pustaka yang dilakukan dalam penelitian ini, diperoleh hasil bahwa potensi pengembangan produk sinbiotik berbasis produk non-susu sangat luas untuk dikembangkan yang didukung tingginya minat masyarakat. Berbagai komoditas jenis hasil pertanian dapat dimanfaatkan menjadi produk sinbiotik dengan penambahan probiotik ke dalamnya. Untuk meningkatkan kualitas sinbiotik terutama dalam aspek pengemasan dan penyimpanan, dilakukan proses pengeringan menggunakan *spray drying* yang menghasilkan sinbiotik bubuk. Sinbiotik bubuk yang memenuhi standar mutu angka viabilitas sel minimum akan memberikan sifat fungsional yang mampu meningkatkan kesehatan tubuh. Hasil kajian pustaka secara keseluruhan kemudian sangat mendukung untuk potensi pengembangan produk pangan fungsional sinbiotik bubuk berbahan dasar buah naga merah.

Daftar Pustaka

- Akbarbaglu, Z., Peighambardoust, S.H., Sarabandi, K., Jafari, S.M. 2021. Spray Drying Encapsulation of Bioactive Compounds Within Protein-Based Carriers; Different Options and Applications. *Food Chemistry* 359(129965): 1-13
- BPS. 2023. Produksi Buah-Buahan Buah Naga, Lemon, Lengkeng Menurut Kabupaten/Kota dan Jenis Tanaman di Provinsi Jawa Timur (kwintal) 2021 dan 2022. *BPS Jatim*. Diakses pada 30 Agustus 2023
- BSN. 2009. *SNI 7552:2009 Minuman Susu Fermentasi Berperisa*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional
- Chaikham, P., Kemsawasd, V., Seesuriyachan, P. 2017. Spray Drying Probiotics Along with Maoluang Juice Plus *Tiliacora triandra* Gym for Exposure to The In Vitro Gastrointestinal Environments. *LWT – Food Science and Technology* 78: 31-40
- Chaturvedi, S., Chakraborty, S. 2022. Comparative Analysis of Spray-Drying Microencapsulation of *Lactocaseibacillus casei* in Synbiotic Legume-Based Beverages.

- Chaturvedi, S., Khartad, A., Chakraborty, S. 2021. The Potential of Non-Dairy Synbiotic Instant Beverage Powder: Review on A New Generation of Healthy Ready-to-Reconstitute Drink. *Food Bioscience* 42(101195): 1-11
- Davani-Davari, D., Negahdaripour, M., Karimzadeh, I., Seifan, M., Mohkam, M., Masoumi, S.J., Berenjian, A., Ghasemi, Y. 2019. Prebiotics: Definition, Types, Sources, Mechanisms, and Clinical Applications. *Foods* 8(3): 92-118
- Desnilasari, D., Lestari, N.P.A. 2014. Formulasi Minuman Sinbiotik dengan Penambahan *Puree* Pisang Ambon (*Musa paradisiaca var sapientum*) dan Inulin Menggunakan Inokulum *Lactobacillus casei*. *Agritech* 34(3): 257-265
- Febriyenti, Mohtar, N., Mohamed, N., Hamdan, M.R., Salleh, S.N.M, Bale, S.B. 2014. Comparison of Freeze Drying and Spray Drying Methods of Haruan Extract. *International Journal of Drug Delivery* 6(3): 286-291
- Hariyanto, B. 2016. Produktivitas Buah Naga (*Hylocereus polyrhizus*) di Lahan Marjinal. *Prosiding Seminar Nasional Membangun Pertanian Modern dan Inovatif Berkelanjutan dalam Rangka Mendukung MEA*. BB Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian
- Jiang, J., Ma, C., Song, X., Zeng, J., Zhang, L., Gong, P. 2022. Spray Drying Co-Encapsulation of Lactic Acid Bacteria and Lipids: A Review. *Trends in Food Science and Technology* 129: 134-143
- Kalita, D., Saikia, S., Gautum, G., Mukhopadhyay, R., Mahanta, C.L. 2018. Characteristics of Synbiotic Spray Dried Powder of Litchi Juice with *Lactobacillus plantarum* and Different Carrier Materials. *LWT – Food Science and Technology* 87: 351-360
- Kearney, S.M., Gibbons, S.M. 2018. Designing Synbiotics for Improved Human Health. *Microbial Biotechnology* 11(1): 141-144
- Kumar, C.G., Sripada, S., Poornachandra, Y. 2018. Status and Future Prospects of Fructooligosaccharides as Nutraceuticals. *Role of Materials Science in Food Bioengineering* 14: 451-503
- Markowiak, P., Slizewska, K. 2017. Effects of Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics on Human Health. *Nutrients* 9(9): 1-30
- Mishra, A., Chakravarty, I., Mandavgane, S. 2021. Current Trends in Non-Dairy Based Synbiotics. *Critical Reviews in Biotechnology*
- Pandey, K.R., Naik, S.R., Vakil, B.V. 2015. Probiotics, Prebiotics and Synbiotics – A Review. *Journal of Food Science and Technology* 52(12): 7577-7587
- Patel, P., Butani, K., Kumar, A., Singh, S., Prajapati, B.G. 2023. Effects of Fermented Food Consumption on Non-Communicable Diseases. *Foods* 12(687): 1-20
- Raddatz, G.C., Poletto, G., Deus, C., Codevilla, C.F., Cichoski, A.J., Jacob-Lopes, E., Muller, E.I., Flores, E.M.M., Esmerino, E.A., Menezes, C.R. 2020. Use Of Prebiotic Sources To Increase Probiotic Viability In Pectin Microparticles Obtained By Emulsification/Internal Gelation Followed By Freeze-Drying. *Food Research International* 130(108902): 1-8
- Sharma, R., Rashidinejad, A., Jafari, S.M. 2022. Application of Spray Dried Encapsulated Probiotics in Functional Food Formulations. *Food and Bioprocess Technology* 15: 2135-2154
- Shishir, M.R.I., Chen, W. 2017. Trends of Spray Drying: A Critical Review on Drying Fruit and Vegetable Juices. *Trends in Food Science and Technology* 65: 29-67

- Solehah, N.Z., Prayitno, A., Pamungkasari, E.P. 2022. The Effect of Red Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*) on ROS Plasma of Overweight Sprague Dawley Rats. *National Nutritional Journal* 17(2): 144-150
- Souza, M., Mesquita, A., Verissimo, C., Grosso, C., Converti, A., Maciel, M.I. 2020. Microencapsulation by Spray Drying of a Functional Product with Mixed Juice of Acerola and Ciriguela Fruits Containing Three Probiotic *Lactobacilli*. *Drying Technology*
- Suter, I.K. 2014. Pangan Fungsional dan Prospek Pengembangannya. Media Ilmiah Teknologi Pangan (Scientific Journal of Food Technology) 1(1): 8-13
- Swanson, K.S., Gibson, G.R., Hutkins, R., Reimer, R.A., Reid, G., Verbeke, K., Scott, K.P., Holscher, H.D., Azad, M.B., Delzenne, N.M, Sanders, M.E. 2020. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) Consensus Statement on The Definition and Scope of Synbiotics. *Nature Reviews: Gastroenterology and Hepatology* 17: 687-701
- Timilsena, Y.P., Haque, M.A., Adhikari, B. 2020. Encapsulation in the Food Industry: A Brief Historical Overview to Recent Developments. *Food and Nutrition Sciences* 11: 481-508
- Vivek, K, Mishra, S., Pradhan, R.C., Nagarajan, M., Kumar, P.K., Singh, S.S., Manvi, D., Gowda, N.N. 2023. A Comprehensive Review on Microencapsulation of Probiotics: Technology, Carriers and Current Trends. *Applied Food Research* 3(1): 1-16
- Wichienchot, S., Jatupornpipat, M., Rastall, R.A. 2010. Oligosaccharides of Pitaya (Dragon Fruit) Flesh and Their Prebiotic Properties. *Food Chemistry* 120: 850-857