



AKTIVITAS PREBIOTIK PISANG SERTA EFEKNYA TERHADAP KESEHATAN DAN PENYAKIT

¹Bertha Rusdi, ²Ratih Aryani, ³Umi Yuniarni*

^{1,3} Program Studi Profesi Apoteker, Fakultas MIPA, Universitas Islam Bandung

² Program Studi Farmasi, Fakultas MIPA, Universitas Islam Bandung

Info Article

Submitted :

6 Mei 2023

Revised :

14 Juni 2023

Accepted :

8 Juli 2023

Corresponding Author :

Umi Yuniarni

Email :

umi.yuniarni@unisba.ac.id

ABSTRAK

Prebiotik dapat ditemukan dalam bentuk serat pangan pada sayuran dan buah-buahan. Prebiotik secara selektif mampu meningkatkan pertumbuhan bakteri menguntungkan pada saluran pencernaan. Bakteri menguntungkan pada kolon akan mengubah prebiotik menjadi asam lemak rantai pendek yang memiliki efek menguntungkan bagi kesehatan inangnya. Pisang (*Musa spp.*) merupakan salah satu buah yang telah banyak diteliti sebagai prebiotik. Berbagai varietas pisang telah diteliti dan menunjukkan efek pada pertumbuhan bakteri menguntungkan *Bifidobacterium* dan *Lactobacilli*. Tujuan tinjauan pustaka sistematis ini adalah untuk merangkum informasi ilmiah mengenai potensi pisang sebagai prebiotik. Artikel ini membahas mengenai jenis dan bagian-bagian tanaman yang digunakan, senyawa yang berperan dalam efek prebiotik serta efek pisang terhadap kesehatan dan pengendalian penyakit. Metode yang digunakan adalah penelusuran artikel melalui basis data Science Direct dan Google Scholar. Hasil penelusuran menunjukkan bahwa varietas pisang yang banyak diteliti sebagian besar berasal dari persilangan *Musa acuminata* (genom A) dengan *Musa balbisiana* (genom B). Bagian buah, kulit buah, dan batang pisang terbukti memiliki efek sebagai prebiotik. Kandungan senyawa yang berperan dalam meningkatkan bakteri *Bifidobacteria* dan *Lactobacilli* diantaranya adalah pati, pektin, oligosakarida, fruktan serta selulosa larut air. Efek prebiotik pisang diketahui berkaitan dengan efeknya sebagai antiinflamasi, peningkat sistem imun dan antibakteri.

Kata kunci: pisang, *Musa spp*, prebiotik, *Lactobacilli*, *Bifidobacteria*.

Access this article



ABSTRACT

Prebiotics can be found in the form of dietary fiber in vegetables and fruits. Prebiotics selectively increase the growth of beneficial bacteria in the digestive tract. Bacteria in the large intestine converts prebiotics into short-chain fatty acids that give beneficial effects on host's health. The prebiotic effect of banana (*Musa spp.*) has been studied extensively. Various varieties of banana showed effect on the growth of beneficial bacteria, *Bifidobacteria* and *Lactobacilli*. Thus, this systematic literature review aims to summarize the scientific information regarding the potential of bananas as prebiotics, including cultivar type, plant parts and compounds that play a role in prebiotic effects as well as the influence of bananas on health and

disease control. The articles included in this study were retrieved from Science Direct and Google Scholar databases. The results showed that the hybrid varieties between *Musa acuminata* (genome A) and *Musa balbisiana* (genome B) were the most studied. Banana flesh, peel, and pseudo-stem have been shown to exhibit prebiotic effects. Starch, pectin, oligosaccharides, fructans and water-soluble cellulose from bananas were reported to be enhancing the numbers of *Bifidobacteria* and *Lactobacilli*. The prebiotic effect of bananas is related to its effect as an anti-inflammatory, immune system enhancer and antibacterial.

Keywords: *banana, Musa spp, prebiotic, Lactobacilli, Bifidobacteria.*

1. PENDAHULUAN

Prebiotik adalah komponen kimia yang tidak dapat dicerna oleh tubuh, namun dapat dimanfaatkan oleh bakteri yang menguntungkan dalam saluran cerna sehingga meningkatkan pertumbuhan bakteri tersebut (Glenn R Gibson et al., 2017). Peningkatan jumlah bakteri menguntungkan dalam saluran cerna dapat memberikan efek yang menguntungkan bagi kesehatan inang (G R Gibson & Roberfroid, 1995). Bakteri menguntungkan diketahui dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen dan memfermentasi prebiotik menjadi asam lemak rantai pendek (*short chain fatty acid/SCFA*) terutama asetat, butirat dan propionat (Koh et al., 2016). SCFA terlibat dalam metabolisme dalam usus, meliputi fungsi kolonisasi, homeostasis saluran cerna, pembentukan energi, sistem imun, nafsu makan, kadar lipid dalam darah dan fisiologi ginjal (O'Keefe, 2016; Pluznick, 2016; Roberfroid et al., 2010). Beberapa hasil uji klinis melaporkan bahwa pemberian prebiotik dapat membantu pengendalian beberapa penyakit yang berhubungan dengan gangguan metabolisme atau sistem imun, diantaranya diabetes, dermatitis atopik, *irritable bowel syndrome* (IBS), *inflammatory bowel disease* (IBD) serta

intoleransi laktosa (Markowiak & Ślizewska, 2017).

Prebiotik dapat berupa polisakarida yang tidak dapat dicerna yang terdapat dalam makanan (serat pangan), diantaranya adalah pati resisten dan pektin, atau berupa oligosakarida seperti fruktooligosakarida (FOS), galaktooligosakarida (GOS) dan inulin (Nakamura & Omaye, 2012). Senyawa tersebut dapat berasal dari sayuran dan buah-buahan (Jovanovic-Malinovska et al., 2014; Pop et al., 2021). Pisang adalah salah satu buah yang banyak dikultivasi di Indonesia yang diketahui mengandung pati resisten, FOS dan pektin yang tinggi. Kandungan pati total dalam buah pisang yang masih mentah mencapai 73%, sedangkan pati resisten dalam buah pisang mentah adalah sekitar 17% (Juarez-Garcia et al., 2006). Pektin dalam buah pisang ditemukan terutama pada kulitnya dengan kadar yang dapat mencapai 20% (Happi Emaga et al., 2008). Pisang juga dilaporkan memiliki kandungan FOS yang baik (Adebola et al., 2014; Campbell et al., 1997; Hogarth et al., 2000; L'homme et al., 2001). Sebuah penelitian menyatakan bahwa polisakarida dari kulit pisang, yaitu selulosa, hemiselulosa dan pektin memiliki potensi untuk diubah menjadi oligosakarida

fungsi seperti FOS (M. A. F. Pereira et al., 2021).

Juarez-Garcia (2006) menyatakan bahwa karena kandungan serat pangan dalam pisang yang tinggi, maka tepung pisang dapat digunakan sebagai pangan fungsional yang diklaim dapat membantu mencegah dan mengobati beberapa penyakit seperti aterosklerosis, diabetes, jantung koroner dan kanker kolorektal. Efek fisiologis yang diklaim tersebut tentu berkaitan dengan efek prebiotik dari polisakarida/oligosakarida dalam pisang. Maka pada penelitian kali ini akan dilakukan tinjauan pustaka sistematis mengenai efek prebiotik kulit pisang untuk menjawab beberapa rumusan masalah yaitu terkait varietas dan bagian pisang yang terbukti memiliki efek prebiotik, senyawa polisakarida/oligosakarida dalam pisang yang terbukti memiliki efek prebiotik, bakteri yang dapat meningkatkan pertumbuhannya setelah diberi ekstrak pisang, ekstrak dari varietas dan bagian pisang yang memiliki efek prebiotik paling tinggi, dan pisang sebagai prebiotik yang memiliki efek terhadap kesehatan dan pengendalian penyakit.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Pencarian Artikel

Penelitian tinjauan pustaka sistematis ini diawali dengan pencarian pustaka berbentuk jurnal penelitian dalam bahasa Indonesia maupun Inggris melalui mesin pencari ilmiah *Google Scholar* dan *Science Direct*. Kata kunci yang digunakan adalah "prebiotic", "banana", "prebiotic activity", "prebiotik", "pisang". Kata kunci tersebut digunakan dalam bentuk tunggal maupun gabungan. Pencarian artikel dilakukan pada bulan Agustus hingga Oktober 2021.

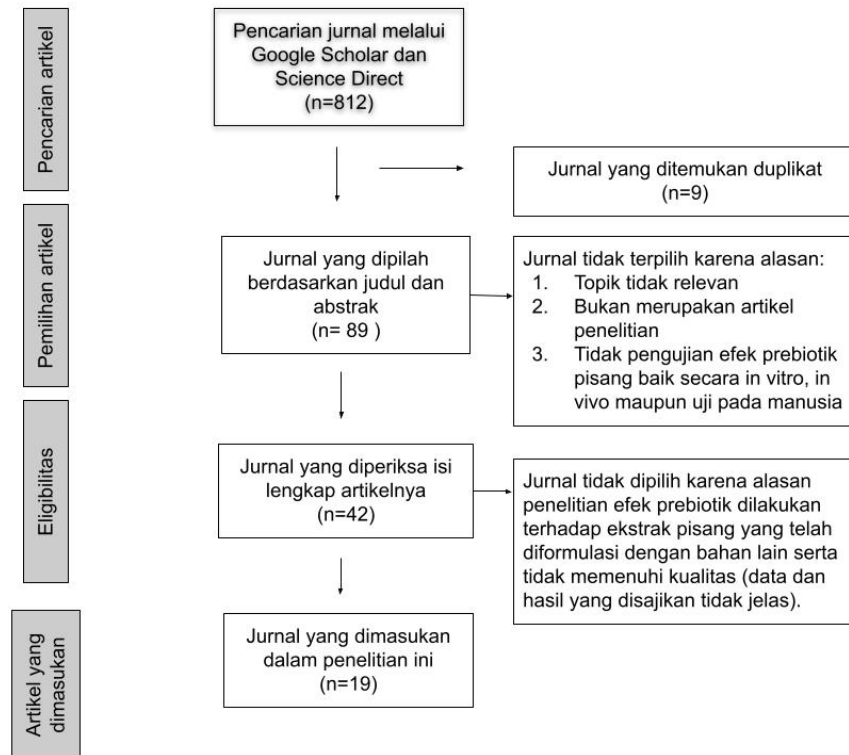
2.2 Pemilihan Artikel

Pemilihan jurnal berdasarkan kriteria inklusi: (1) jurnal berbentuk artikel penelitian ilmiah, (2) jurnal melaporkan hasil pengujian efek prebiotik dari pisang baik dalam bentuk ekstrak kasar maupun ekstrak oligosakarida/polisakarida dan (3) pengujian efek prebiotik dilakukan secara in vitro, in vivo maupun uji klinis.

Jurnal dengan judul yang memenuhi kriteria tersebut akan dipilih, selanjutnya pemeriksaan kesesuaian jurnal dengan kriteria inklusi dilakukan terhadap bagian abstrak dan isi lengkap jurnal. Pemilihan jurnal juga dilakukan dengan melihat kualitas jurnal, yaitu didasarkan pada aspek-aspek seperti kejelasan, cara persepsi pengumpulan data dan hasil yang diperoleh, dan koherensinya.

2.3 Prosedur Penelitian

Langkah selanjutnya adalah ekstraksi data dari jurnal terpilih (19 jurnal). Data yang diambil dari 15 jurnal mengenai efek prebiotik pisang meliputi spesies pisang, bagian pisang yang digunakan, bakteri uji, metode pengujian efek prebiotik, ekstrak/senyawa yang diuji dan metode ekstraksi senyawa dari pisang. Data efek prebiotik pisang yang berkaitan dengan kesehatan dan penyakit diperoleh dari 4 jurnal. Kemudian data tersebut dianalisis untuk menjawab pertanyaan penelitian yang telah dirumuskan. Prosedur penelitian yang telah dilakukan tercantum dalam diagram alir pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Diagram alir yang menunjukkan proses pencarian, pemilihan, pemeriksaan eligibilitas dari artikel mengenai aktivitas prebiotik pisang yang dimasukkan dalam penelitian ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Varietas pisang yang telah diteliti memiliki efek prebiotik sangat bervariasi, meliputi jenis *Musa acuminata*, *Musa balbisiana* dan juga hasil persilangan dari kedua jenis pisang tersebut, yang disebut *Musa acuminata x balbisiana* atau *Musa x paradisiaca* (Valmayor et al., 2000). Hasil penelusuran dari lima belas jurnal yang ditinjau pada penelitian ini yang tertera pada **Tabel 1**, menunjukkan bahwa jenis pisang yang digunakan sebagian besar merupakan pisang yang dapat dimakan. Berdasarkan latar belakang genetiknya, pisang yang dapat dimakan merupakan hasil persilangan antara *Musa acuminata* yang termasuk genom A, dengan *Musa balbisiana* yang termasuk genom B (Poerba, 2016; Wang et al., 2019). Pisang yang dinyatakan memiliki efek prebiotik

dari jenis persilangan adalah pisang tanduk (genom AAB), pisang candi (genom AAB) yang di India disebut Nendran banana, Kluai Namwa (genom ABB), pisang raja serih (genom AAB), pisang uli (genom AAB), pisang agung (genom AAB), pisang awak (genom ABB) dan pisang kosta putih (genom ABB, nama internasional Silver Bluggoe). Jenis pisang *Musa acuminata* diploid (AA) dengan sinonim pisang mas, *Musa acuminata* triploid (AAA, sinonim pisang Cavendish atau ambon) serta *Musa balbisiana* triploid (BBB, sinonim pisang kepok atau Kluai hin) juga dilaporkan memiliki aktivitas prebiotik.

Tabel 1. Ringkasan Penelitian Efek Prebiotik Pisang

No	Spesies/ Bagian yang digunakan	Bakteri	Metode pengujian efek prebiotik	Metode ekstraksi kulit pisang	Konsentrasi senyawa/ser buk pisang	Kandungan senyawa	Pustaka
1	Musa ABB cv. Kluai Namwa/ Kulit pisang	<i>Lactobaci llus plantaru m dan Lactobaci llus casei</i>	In vitro	Selulosa diekstraksi dari serbuk kulit pisang dengan enzim selulase dan pengendap an etanol	1 g/L atau 0,1% b/v selulosa	selulosa	Phirom-on 2021 (Phirom- on & Apiraksako rn, 2021)
2	Musa <i>sapientum</i> ABB cv. Kluai Namwa Luang/ Kulit dan daging buah pisang	<i>Lactobaci llus paracasei</i> <i>Bifidobac terium longum, Escherich ia coli dan Clostridiu m. perfringe ns</i>	In vitro	Pati diekstraksi dari serbuk buah pisang utuh dan daging buah pisang dengan larutan NaOH	1 % b/v pati	Pati	Jaiturong, 2020[26]
3	Pisang Cavendish/ Kulit	<i>L. casei, L. rhamno sus, B. lactis</i>	In vitro	Kulit pisang dikeringk an dengan metode <i>freeze dry</i>	0, 2 dan 4 % b/v serbuk kulit pisang	-	Zahid, 2021 (Zahid et al., 2021)
4	Musa <i>acuminata x balbisiana/</i> pisang tanduk (ABB), Pisang Awak (Musa <i>sapientum</i> Linn), dan Silver Bluggoe (Musa (ABB)/ Kulit	<i>Lactob acillus acidop hilus, L. casei, Lactob acillus ferment um, Strepto coccus thermo philus</i>	In vitro	Kulit pisang, dipotong- potong, dikeringk an pada suhu 50° C kemudian diserbuk	1-6 % b/v serbuk pisang	-	Phowtho ng, 2020 (Powtho ng et al., 2020)
5	<i>M. sapientum</i> Linn (pisang saba)/	Bakteri feses	In vitro	Pati diekstraks i dari daging buah	1 % b/v pati	Pati	Uraipan, 2014 (Uraipan et al., 2014)

No	Spesies/ Bagian yang digunakan	Bakteri	Metode pengujian efek prebiotik	Metode ekstraksi kulit pisang	Konsentrasi senyawa/ser buk pisang	Kandungan senyawa	Pustaka
	Daging buah			dengan larutan NaOH			
6	<i>Musa acuminata</i> x <i>Balbisiana</i> AAB (pisang candi)/ Tidak disebutkan	<i>L. casei</i> ATCC1 1578, <i>L. acidophi- lus</i> ATCC4 356, dan <i>E. coli</i>	In vitro	Fruktan diekstraks i dari pisang mengg akan enzim fruktanas e (Megazy m Fructan HK) dan air panas.	1 % b/v fruktan	Fruktan	Shalini, 2017 (Shalini et al., 2017)
7	-/ Kulit pisang	<i>L. paracas ei</i> subsp. <i>Paracas ei</i> BCRC1 4023, <i>L. rhamnoso- sus</i> BCRC1 6000, <i>L. rhamnoso- sus</i> BCRC1 0494, <i>L. lactis</i> BCRC1 0791	In vitro	Serbuk kulit pisang diubah menjadi pektin mengg akan <i>Bacillus amyloliqu efaciens</i> TKU050 pektinase	0.1 % b/v pektin	Pektin	Doan, 2021 (Doan et al., 2021)
8	<i>Musa acuminata</i> Colla./ Daging buah	Bakteri feses	In vitro	Daging buah pisang dikeringk an, direndam dengan asam sitrat 2% kemudian dikeringk an dan diserbuka n	1% b/v serbuk daging buah pisang	-	Tian, 2020 (Tian et al., 2020)
9.	Pisang Cavendish/	Bakteri feses	Uji klinis pada wanita umur 19-45	-	120 g buah pisang atau minuman yang	-	Mitsou, 2011 (Mitsou

Aktivitas Prebiotik Pisang Serta Efeknya...

No	Spesies/ Bagian yang digunakan	Bakteri	Metode pengujian efek prebiotik	Metode ekstraksi kulit pisang	Konsentrasi senyawa/ser- buk pisang	Kandungan senyawa	Pustaka
	Daging buah				mengandung 20% b/v pisang sebanyak 170 mL		et al., 2011)
10	-/ Pseudostem	<i>L. plantar- um</i> ATCC 8014 dan <i>L. ferment- um</i> ATCC 9338	In vitro	Xylan diekstraks- i dari pseudost- em pisang dengan hidrogen peroksida kemudian dihidrolisi s menjadi XOS menggung- akan enzim xylanase	-	Xylooligosaccha- rides (XOS)	de Freitas, 2021 (de Freitas et al., 2021)
11	<i>Musa sapientum</i> (Linn) cv. Kluai Namwa/ Kulit dan buah pisang	<i>L. paracas- ei, Bifidob- acteriu- m longum</i> , <i>E.coli</i> , <i>C. perfring- ens</i>	In vitro	-	1 % b/v pati	Pati	Jaiturong , 2020 (Jaituron- g et al., 2020b)
12	<i>Musa acuminata</i> (pisang saba)/ Kulit pisang mentah dan matang	<i>L. acidop- hilus</i>	In vitro	Kulit pisang dipotong potong, direndam dalam asam sitrat 0.5 % selama 10 menit, dikering- kan dan diserbuka- n.	5% b/v serbuk kulit pisang	-	Mahore, 2018 (Mahore & Shirolkar, 2018)
13	<i>Musa paradisiaca formatypica</i> (pisang kepok)/	<i>L. casei</i>	In vitro	Buah diiris tipis dan dikering- kan kemudian	2%, 4%, 6%, 8%, dan 10% b/v serbuk buah pisang		Hardisari, 2016 (Hardisari & Amaliaw ati, 2016)

No	Spesies/ Bagian yang digunakan	Bakteri	Metode pengujian efek prebiotik	Metode ekstraksi kulit pisang	Konsentrasi senyawa/ser buk pisang	Kandungan senyawa	Pustaka
	Buah			diserbuka n.			
14	Musa sp. (Tanduk, Uli, Raja sereh dan cavendish)/ Buah	<i>L. paracasei</i>	In vitro	Oligosakarida diekstraksi dari buah pisang dengan menggunkan akan 80% etanol.	1% % oligosakarida	<i>Purified</i> Oligosakarida (POS)	Budhisatria, 2017 (Budhisatria et al., 2017)
15	(Musa paradisica formatypica (pisang agung) dan Musa sinensis (pisang mas)/ Buah	<i>L. acidophilus</i>	In vitro	Buah pisang tanpa kulit difermentasi dengan bakteri <i>B. brevis</i> kemudian di-digesti dengan enzim pankreatin dan amino glukosida sehingga menghasilkan serat pangan tidak larut air.	-	Serat pangan tidak larut air	Nurhayati, 2015 (Nurhayati Nurhayati et al., 2015)

Keterangan: (-) = tidak disebutkan dalam jurnal

Data mengenai efek prebiotik pisang tercantum dalam **Tabel 1**. Sebagian besar penelitian tersebut menguji bagian buah dari tanaman pisang. Bagian buah yang digunakan adalah buah utuhnya (daging dan kulit), daging buah saja atau kulit buah saja. Terdapat satu penelitian yang menguji efek prebiotik batang pisang (pseudostem), yaitu penelitian yang dilakukan oleh de Freitas (2021). Pemilihan bagian pisang yang digunakan berhubungan dengan senyawa yang ingin diekstraksi dari pisang. Buah pisang baik

daging maupun kulitnya diketahui banyak mengandung pati dan serat pangan seperti selulosa, fruktan dan oligosakarida (Mohapatra et al., 2010; G. A. Pereira et al., 2018), sehingga bagian ini digunakan pada penelitian yang bertujuan mengekstraksi senyawa tersebut. Kadar hemiselulosa xylan dalam pseudostem pisang dapat mencapai 25% dari berat kering, sehingga bagian ini cocok untuk digunakan sebagai sumber xylooligosakarida (XOS) (Cordeiro et al., 2004).

Lima belas jurnal yang ditinjau pada penelitian ini, telah melakukan pengujian efek prebiotik secara *in vitro*, dan satu jurnal merupakan pengujian klinis. Bakteri uji yang digunakan adalah dari genus *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium* (**Tabel 1**). Kedua genus tersebut dikenal sebagai probiotik, bakteri menguntungkan yang jika dikonsumsi dalam jumlah sesuai dapat memberikan efek baik bagi kesehatan (Abdelhamid et al., 2019; Bermudez-Brito et al., 2012). Spesies dari genus *Lactobacillus* yang digunakan atau diukur jumlahnya diantaranya adalah *L. casei*, *L. plantarum*, *L. paracasei*, *L. rhamnosus*, *L. acidophilus*, *L. fermentum*, *L. lactis*, sedangkan spesies dari genus *Bifidobacterium* adalah *B. animalis*, *B. longum*, *B. adolescentis*, *B. pseudocatenulatum*. Pertumbuhan bakteri dinyatakan dalam indeks prebiotik/skor aktivitas prebiotik, persen *survival*, atau dalam jumlah (CFU, *Optical Density*, cell/mL). Indeks prebiotik atau skor aktivitas prebiotik menunjukkan selektivitas senyawa yang diuji dalam meningkatkan pertumbuhan bakteri yang menguntungkan. Nilai Indeks atau skor yang positif berarti senyawa yang diuji selektif membantu pertumbuhan bakteri yang menguntungkan sedangkan nilai negatif berarti selektivitas senyawa tersebut rendah.

Secara *in vitro*, serbuk pisang dengan maupun tanpa kulit dilaporkan memberikan efek prebiotik. Serbuk pisang (Kluai Namwa atau Kluai Namwa luang/pisang awak (ABB) yang masih mentah, baik yang dengan atau tanpa kulitnya terbukti dapat secara selektif menumbuhkan bakteri probiotik *Lactobacillus* dengan nilai prebiotik indeks

yang sebanding dengan inulin (Jaiturong et al., 2020b, 2020a). Peneliti lain juga melaporkan serbuk kulit pisang awak yang masih mentah dapat meningkatkan *Lactobacillus* (Powthong et al., 2020). Efek serupa juga ditemukan pada serbuk kulit pisang Silver bluggoe (pisang kosta putih) (Powthong et al., 2020). Serbuk buah pisang tanpa kulit Cavendish juga terbukti memiliki efek prebiotik yang merupakan strain dari *Lactobacillus* (Zahid et al., 2021). Efek prebiotik pisang Cavendish juga telah terbukti pada uji klinis pada 34 wanita sehat pada usia premenopause (Mitsou et al., 2011). Serbuk kulit buah pisang Saba/kepok yang masih mentah dapat meningkatkan jumlah bakteri *Lactobacillus* secara *in vitro* (Powthong et al., 2020). Serbuk buah yang masih mentah tanpa kulit dapat meningkatkan pertumbuhan *L. casei* secara *in vitro* (Hardisari & Amaliawati, 2016) serta merangsang pertumbuhan bakteri yang menguntungkan dan menghambat pertumbuhan bakteri merugikan pada caecum tikus wistar jantan (Mahore & Shirolkar, 2018). Serbuk buah pisang tanpa kulit dari spesies *Musa acuminata* Colla dapat memodulasi komposisi mikrobiota feses manusia secara *in vitro* yaitu jumlah bakteri menguntungkan dari genus *Bacteroides* dan *Lactobacillus* meningkat, sedangkan proporsi genus *Bifidobacterium* konstan (Tian et al., 2020).

Beberapa polisakarida dan oligosakarida yang terbukti mampu menumbuhkan bakteri menguntungkan dalam saluran pencernaan secara selektif dari tanaman pisang adalah:

1. Pati

Pati resisten merupakan salah satu kandungan dari pisang yang berefek sebagai prebiotik (Zaman & Sarbini, 2016). Penelitian yang dilakukan oleh Jaiturong (2020b) menunjukkan bahwa kadar pati resisten yang lebih tinggi memberikan nilai prebiotik indeks yang lebih baik yang diuji terhadap *Bacteroides vulgatus* ATCC 8482, *Bifidobacterium longum* ATCC BAA-999, *Lactobacillus casei* subsp. rhamnosus TISTR 047, dan *Lactobacillus acidophilus* TISTR 450. Penelitian ini menunjukkan pula bahwa kandungan pati resisten pada kulit buah pisang varietas *Musa sapientum* (Kluai Namwa) lebih besar dibandingkan dengan buahnya (*whole fruit*). Penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Uraipan (2014) yang menunjukkan bahwa pati pisang (*M. sapientum* Linn) dapat meningkatkan SCFA yang dihasilkan oleh probiotik dan meningkatkan pertumbuhan *Bifidobacterium*.

Beberapa varietas pisang di Indonesia telah diteliti mengenai kandungan pati resisten dari buah yaitu pisang ambon, batu, janten, kapas, kepok manado, kepok kuning, muli, nangka, raja bulu, raja sereh, dan tanduk. Kadar pati resisten yang terdapat dalam 11 varietas pisang tersebut adalah ambon sebesar 29,37 %, batu 39,35 %, janten 26,17 %, kapas 26,55 %, kepok kuning 27,70 %, kepok manado 27,21 %, muli 26,42 %, nangka 26,28 %, raja bulu 30,66 %, raja sereh 25,63 %, dan tanduk 29,60 % (Musita, 2012). Tingginya kadar pati resisten dalam buah pisang menunjukkan potensi pisang untuk dikembangkan sebagai prebiotik.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Mahore (2018) menggunakan varietas

pisang *Musa acuminata* menunjukkan bahwa tingkat kematangan pisang mempengaruhi terhadap efek prebiotik yang dihasilkan. Pisang mentah memberikan efek prebiotik yang lebih baik terhadap pertumbuhan *Lactobacillus acidophilus* dibandingkan dengan pisang matang. Hal ini dikarenakan pada pisang yang mentah kandungan pati resisten lebih banyak. Pematangan pisang menyebabkan pemecahan pati, pektin dan hemiselulosa ditandai dengan tekstur pisang menjadi lebih lembut.

Serat pangan tidak larut air (pati resisten) yang diperoleh dengan modifikasi tepung fermentasi buah pisang agung menunjukkan efek prebiotik terhadap *Lactobacillus acidophilus* yang lebih baik dibandingkan pisang mas. Kedua pisang tersebut dapat menurunkan pertumbuhan patogen EPEC sebesar 15,29% untuk serat pisang mas dan 13,51% untuk serat pisang agung (Nurhayati Nurhayati et al., 2015).

2. Oligosakarida

Purified oligosaccharides (POS) yang berasal dari buah pisang tanduk, uli, raja sereh dan cavendish telah diteliti aktivitas prebiotiknya terhadap pertumbuhan *Lactobacillus paracasei* dan *Enterobacteriaceae*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa oligosakarida dari pisang uli dan cavendish dapat meningkatkan pertumbuhan *Lactobacillus sp* dan menurunkan pertumbuhan *Enterobacteriaceae*, sedangkan oligosakarida dari pisang tanduk dan raja sereh tidak menunjukkan efek prebiotik (Budhisatria et al., 2017). Oligosakarida lain yang telah diekstraksi dari pisang diantaranya adalah IMOs, XOS dan FOS.

Isomaltooligosakarida (IMOs) telah dilaporkan dapat menstimulasi pertumbuhan *Bifidobacteria* pada manusia dan *Lactobacillus* pada tikus. Kandungan IMOs dari tepung pisang (*Musa spp.* ABB group) berkisar \pm 70-76 gL⁻¹ dengan komposisi yaitu 53% isomaltotriose, 21% isomaltotetraose dan 26% maltooligoheptaose serta oligomer lain (Chockchaisawasdee & Poosaran, 2013). Xylooligosaccharides (XOS) adalah oligomer yang tidak dapat dicerna oleh organ digesti manusia dan terbukti dapat menstimulasi pertumbuhan mikrobiota usus (Aachary & Prapulla, 2011). XOS dapat diperoleh dari xylan pseudostem pisang dengan konsentrasi sebesar 61% atau 11gL⁻¹ (de Freitas et al., 2021). Oligosakarida lain yaitu fruktooligosakarida dapat diperoleh dari kulit pisang dengan kuantitas sebesar 33% (Kurtoglu & Yildiz, 2011). Pisang yang matang (tingkat 5, warna hijau dan kuning) memiliki kandungan fruktooligosakarida yang lebih besar dibandingkan dengan pisang yang mentah (tingkat 2, warna hijau) (Pongmalai & Devahastin, 2019).

3. Pektin

Bakteri *L. rhamnosus* menunjukkan pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan terhadap bakteri asam laktat lain yaitu *L. paracasei subsp. paracasei* BCRC14023, *L. rhamnosus* BCRC10494 dan *L. lactis* BCRC10791 pada kultivasi menggunakan pektrin hidrolisat dari kulit tepung pisang (Doan et al., 2021). Pektin pada pisang dapat diperoleh dari kulit dan tandannya. Penelitian yang dilakukan oleh Nurhayati. (2016) menunjukkan bahwa kandungan pektin dari pisang embug (*Musa esculenta*) dan pisang agung (*Musa paradisiaca formatypica*) dengan tingkat

kematangan tua (tingkat 1, hijau) adalah sebesar 1,52 - 5,39% dari bobot kering yang dipengaruhi oleh faktor metode ekstraksi (suhu dan jumlah ekstraksi). Kandungan pektin pisang embug lebih besar dibandingkan dengan pisang agung (*Musa paradisiaca formatypica*) dan kulit pisang memiliki pektin yang lebih besar dibandingkan pada tandan pisang (N. Nurhayati et al., 2016).

4. Fruktan

Fruktan adalah polimer fruktosa yang tidak dapat dicerna pada kolon dan memiliki efek prebiotik (Stick & Williams, 2009). Kandungan total fruktan pada pisang Nendran (*Musa acuminata x balbisiana* - AAB Group) adalah 14,3 mg/gr. Fruktan dapat meningkatkan pertumbuhan bakteri *L. casei*, *L. plantarum* dan *L. acidophilus* dengan pertambahan jumlah bakteri setelah 24 jam berturut turut sebagai berikut 2,88; 2,85; 3,41 log CFU/mL (Shalini et al., 2017).

5. Selulosa

Selulosa merupakan polisakarida berupa serat yang tidak larut. Kandungan selulosa pada kulit pisang (*Musa ABB* cv. Kluai Namwa) adalah sebesar 74,52 %. Modifikasi selulosa dilakukan secara enzimatis dan hidrolisis sehingga diperoleh selulosa terhidrolisis sebagian (*partially hydrolyzed cellulose*) yang lebih larut air (*water soluble cellulose*) dan memiliki efek prebiotik terhadap *L. plantarum* dan *L. casei* (Phirom-on & Apiraksakorn, 2021).

Tepung pisang telah diketahui memiliki efek prebiotik dengan meningkatkan pertumbuhan bakteri asam laktat. SCFA yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat telah dilaporkan memiliki efek

terhadap kesehatan. Pada beberapa penelitian tepung pisang sebagai prebiotik menunjukkan efek terhadap kesehatan dan pengendalian penyakit diantaranya sebagai antiinflamasi, imunostimulan dan antibakteri.

Efek antiinflamasi yang dilakukan oleh Almeida (2017) pada tikus model inflamasi kolon yang diinduksi dengan TNBS (asam trinitrobenzensulfonat) menunjukkan bahwa pemberian tepung pisang *Musa sp.* AAA (*whole fruits*) pada konsentrasi 5 dan 10% memberikan efek meningkatkan kadar SCFA meningkatkan penyembuhan dan mengurangi pembentukan lesi pada intestinal, menghambat mieloperoksidase (MPO) yang berperan dalam proses inflamasi dan stres oksidatif, mencegah deplesi glutathion, serta meningkatkan produksi mucin (Almeida-Junior et al., 2017).

Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Shinde (2020). Pati resisten dari tepung pisang (*green banana resistant starch/GBRS*) dari *Musa acuminata* cv Lady Finger menunjukkan menunjukkan efek proteksi terhadap kerusakan sel proksimal dan distal kolon karena DSS walaupun tidak bermakna secara statistik (Shinde et al., 2020).

Tepung pisang yang dihasilkan dari fermentasi kulit pisang cavendish berwarna hijau menggunakan enzim α amylase dan protease serta *Saccharomyces cerevisiae* terbukti memiliki efek sebagai imunostimulan. Penelitian secara *in vitro* menunjukkan bahwa tepung pisang dapat meningkatkan kadar IFN- γ (interferon) dan TNF- α pada kultur sel makrofag sehingga dapat memperbaiki proses fagositosis.

Pada penelitian *in vivo* pada tikus menunjukkan bahwa pemberian tepung pisang menstimulasi pembentukan sitokin IFN- γ (interferon), TNF- α dan sitokin berperan dalam proses imunitas terhadap infeksi virus. Selain itu tikus yang diberikan diet tepung pisang menunjukkan gejala yang lebih ringan terhadap infeksi virus influenza A dan kesembuhan yang lebih cepat dibandingkan tikus kontrol (Horie et al., 2020). Polisakarida yang dilaporkan memiliki aktivitas imunostimulan adalah α -(1 \rightarrow 6)-d - glucan (Yang et al., 2019).

Pati pisang (*M. sapientum* Linn) terbukti dapat menghambat pertumbuhan *Salmonella enterica subsp. Enterica* serovar Typhimurium SA2093 pada model kolon simulasi. Efek antisalmonella disebabkan oleh menurunnya pH dan meningkatnya kadar asam laktat serta SCFA karena penambahan pati pisang (Uraipan et al., 2014).

4. KESIMPULAN

Pisang terutama bagian buahnya terbukti memiliki efek prebiotik. Hasil pengujian oleh berbagai peneliti menunjukkan bahwa buah pisang dapat secara selektif meningkatkan pertumbuhan probiotik *Lactobacillus* dan atau *Bifidobacterium*. Bentuk ekstrak yang dinyatakan memiliki efek prebiotik adalah serbuk buah utuh, serbuk buah tanpa kulit, serbuk kulit pisang, pati, fruktan, selulosa dan oligosakarida. Selain buah dan kulit, pseudostem pisang juga dilaporkan mengandung xylan yang dapat diubah menjadi XOS yang juga menunjukkan efek prebiotik. Data hasil evaluasi efek prebiotik pisang yang disajikan oleh peneliti beragam, sehingga tidak dapat

dibandingkan untuk penentuan ekstrak yang paling tinggi efek prebiotiknya. Efek prebiotik tepung pisang menunjukkan peranan terhadap pemeliharaan kesehatan yaitu sebagai antiinflamasi, imunostimulan dan antibakteri.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Islam Bandung, yang telah mendukung dan membantu dalam memberikan sumber dana yang dipergunakan dalam rangkaian telaah dan penelitian penulis terkait serbuk pisang yang tertulis pada nomor kontrak 009/B.04/LPPM/2023.

DAFTAR PUSTAKA

- Aachary, A. A., & Prapulla, S. G. (2011). Xylooligosaccharides (XOS) as an Emerging Prebiotic: Microbial Synthesis, Utilization, Structural Characterization, Bioactive Properties, and Applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, *10*(1), 2–16. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2010.00135.x>
- Abdelhamid, A. G., El-Masry, S. S., & El-DougDoug, N. K. (2019). Probiotic Lactobacillus and Bifidobacterium strains possess safety characteristics, antiviral activities and host adherence factors revealed by genome mining. *The EPMA Journal*, *10*(4), 337–350. <https://doi.org/10.1007/s13167-019-00184-z>
- Adebola, O. O., Corcoran, O., & Morgan, W. A. (2014). Synbiotics: the impact of potential prebiotics inulin, lactulose and lactobionic acid on the survival and growth of lactobacilli probiotics. *Journal of Functional Foods*, *10*, 75–84. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.05.010>
- Almeida-Junior, L. D., Curimbaba, T. F. S., Chagas, A. S., Quaglio, A. E. V., & Di Stasi, L. C. (2017). Dietary intervention with green dwarf banana flour (*Musa* sp. AAA) modulates oxidative stress and colonic SCFAs production in the TNBS model of intestinal inflammation. *Journal of Functional Foods*, *38*, 497–504. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.09.038>
- Bermudez-Brito, M., Plaza-Díaz, J., Muñoz-Quezada, S., Gómez-Llorente, C., & Gil, A. (2012). Probiotic mechanisms of action. *Annals of Nutrition & Metabolism*, *61*(2), 160–174. <https://doi.org/10.1159/000342079>
- Budhisatria, R., Rosaria, R., Jap, L., & Jan, T. T. (2017). In vitro and in vivo prebiotic activities of purified oligosaccharides derived from various local bananas (*Musa* sp.): Tanduk, Uli, Raja Sereh, and Cavendish. *Microbiology Indonesia*, *11*(2), 3. <https://doi.org/10.5454/mi.11.2.3>
- Campbell, J. M., Bauer, L. L., Fahey George C., Hogarth, A. J. C. L., Wolf, B. W., & Hunter, D. E. (1997). Selected Fructooligosaccharide (1-Kestose, Nystose, and 1F-β-Fructofuranosylnystose) Composition of Foods and Feeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *45*(8), 3076–3082. <https://doi.org/10.1021/jf970087g>
- Chockchaisawasdee, S., & Poosaran, N. (2013). Production of isomaltooligosaccharides from banana flour. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *93*(1), 180–186. <https://doi.org/10.1002/jsfa.5747>
- Cordeiro, N., Belgacem, M. N., Torres, I. C., & Moura, J. C. V. . (2004). Chemical composition and pulping of banana pseudo-stems. *Industrial Crops and Products*, *19*(2), 147–154. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2003.09.001>
- de Freitas, C., Terrone, C. C., Masarin, F., Carmona, E. C., & Brienzo, M. (2021). In vitro study of the effect of xylooligosaccharides obtained from banana pseudostem xylan by

- enzymatic hydrolysis on probiotic bacteria. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 33, 101973. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.bcab.2021.101973>
- Doan, C. T., Chen, C.-L., Nguyen, V. B., Tran, T. N., Nguyen, A. D., & Wang, S.-L. (2021). Conversion of Pectin-Containing By-Products to Pectinases by *Bacillus amyloliquefaciens* and Its Applications on Hydrolyzing Banana Peels for Prebiotics Production. *Polymers*, 13(9), 1483. <https://doi.org/10.3390/polym13091483>
- Gibson, G R, & Roberfroid, M. B. (1995). Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *The Journal of Nutrition*, 125(6), 1401–1412. <https://doi.org/10.1093/jn/125.6.1401>
- Gibson, Glenn R, Hutkins, R., Sanders, M. E., Prescott, S. L., Reimer, R. A., Salminen, S. J., Scott, K., Stanton, C., Swanson, K. S., Cani, P. D., Verbeke, K., & Reid, G. (2017). Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 14(8), 491–502. <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2017.75>
- Happi Emaga, T., Robert, C., Ronkart, S. N., Wathelet, B., & Paquot, M. (2008). Dietary fibre components and pectin chemical features of peels during ripening in banana and plantain varieties. *Bioresource Technology*, 99(10), 4346–4354. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.08.030>
- Hardisari, R., & Amaliawati, N. (2016). Manfaat Prebiotik Tepung Pisang Kepok (*Musa paradisiaca formatypica*) terhadap Pertumbuhan Probiotik *Lactobacillus casei* secara In Vitro. *Jurnal Teknologi Laboratorium*, 5(2), 64–67. <https://www.teknolabjournal.com/index.php/Jtl/article/view/81>
- Hogarth, A. J., Hunter, D. E., Jacobs, W. A., Garleb, K. A., & Wolf, B. W. (2000). Ion chromatographic determination of three fructooligosaccharide oligomers in prepared and preserved foods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(11), 5326–5330. <https://doi.org/10.1021/jf000111h>
- Horie, K., Hossain, M. S., Morita, S., Kim, Y., Yamatsu, A., Watanabe, Y., Ohgitani, E., Mazda, O., & Kim, M. (2020). The potency of a novel fermented unripe banana powder as a functional immunostimulatory food ingredient. *Journal of Functional Foods*, 70, 103980. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103980>
- Jaiturong, P., Laosirisathian, N., Sirithunyalug, B., Eitssayeam, S., Sirilun, S., Chaiyana, W., & Sirithunyalug, J. (2020a). Physicochemical and prebiotic properties of resistant starch from *Musa sapientum* Linn., ABB group, cv. Klwai Namwa Luang. *Heliyon*, 6(12), e05789. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05789>
- Jaiturong, P., Laosirisathian, N., Sirithunyalug, B., Eitssayeam, S., Sirilun, S., Chaiyana, W., & Sirithunyalug, J. (2020b). Potential of *Musa sapientum* Linn. for digestive function promotion by supporting *Lactobacillus* sp. *Heliyon*, 6(10), e05247. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05247>
- Jovanovic-Malinovska, R., Kuzmanova, S., & Winkelhausen, E. (2014). Oligosaccharide profile in fruits and vegetables as sources of prebiotics and functional foods. *International Journal of Food Properties*, 17(5), 949–965. <https://doi.org/10.1080/10942912.2012.680221>
- Juarez-Garcia, E., Agama-Acevedo, E., Sáyago-Ayerdi, S. G., Rodríguez-Ambroz, S. L., & Bello-Pérez, L. A. (2006). Composition, digestibility and application in breadmaking of

- banana flour. *Plant Foods for Human Nutrition (Dordrecht, Netherlands)*, 61(3), 131–137. <https://doi.org/10.1007/s11130-006-0020-x>
- Koh, A., De Vadder, F., Kovatcheva-Datchary, P., & Bäckhed, F. (2016). From Dietary Fiber to Host Physiology: Short-Chain Fatty Acids as Key Bacterial Metabolites. *Cell*, 165(6), 1332–1345. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2016.05.041>
- Kurtoglu, G., & Yildiz, S. (2011). Extraction of fructo-oligosaccharide components from banana peels. *Gazi University Journal of Science*, 24(4), 877–882. <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/83421>
- L'homme, C., Peschet, J. L., Puigserver, A., & Biagini, A. (2001). Evaluation of fructans in various fresh and stewed fruits by high-performance anion-exchange chromatography with pulsed amperometric detection. *Journal of Chromatography. A*, 920(1–2), 291–297. [https://doi.org/10.1016/s0021-9673\(00\)01262-0](https://doi.org/10.1016/s0021-9673(00)01262-0)
- Mahore, J. G., & Shirolkar, S. V. (2018). Investigation of effect of ripening and processing on prebiotic potential of banana. *Journal of Young Pharmacists*, 10(4), 409. <http://dx.doi.org/10.5530/jyp.2018.10.90>
- Markowiak, P., & Śliżewska, K. (2017). Effects of probiotics, prebiotics, and synbiotics on human health. *Nutrients*, 9(9), 1021. <https://doi.org/10.1080/10942912.2017.680221>
- Mitsou, E. K., Kougia, E., Nomikos, T., Yannakoulia, M., Mountzouris, K. C., & Kyriacou, A. (2011). Effect of banana consumption on faecal microbiota: a randomised, controlled trial. *Anaerobe*, 17(6), 384–387. <https://doi.org/10.1016/j.anaerobe.2011.03.018>
- Mohapatra, D., Mishra, S., & Sutar, N. (2010). Banana and its by-product utilisation: an overview. *Journal of Scientific and Industrial Research*, 69(5), 323–329. <http://hdl.handle.net/123456789/8581>
- Musita, N. (2012). Kajian Kandungan dan Karakteristik Pati Resisten dari Berbagai Varietas Pisang. *Jurnal Teknologi & Industri Hasil Pertanian*, 14(1), 68–79. <http://dx.doi.org/10.28959/jdpi.v23i1.557>
- Nakamura, Y. K., & Omaye, S. T. (2012). Metabolic diseases and pro- and prebiotics: Mechanistic insights. *Nutrition & Metabolism*, 9(1), 60. <https://doi.org/10.1186/1743-7075-9-60>
- Nurhayati, N., Maryanto, M., & Tafrikhah, R. (2016). *Pectin Extraction from Banana Peels and Bunch with Various Temperatures and Methods*. 36(3), 327–334. <https://doi.org/10.22146/agritech.16605>
- Nurhayati, Nurhayati, Nafi', A., & Pratiwi, Y. N. (2015). Evaluasi Sifat Prebiotik Serat Pangan Tidak Larut Air (STLA) Terekstrak dari Tepung Buah Pisang Agung dan Pisang Mas. *Jurnal Agroteknologi; Vol 9 No 01 (2015)*. <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/JAGT/article/view/3443>
- O'Keefe, S. J. D. (2016). Diet, microorganisms and their metabolites, and colon cancer. *Nature Reviews. Gastroenterology & Hepatology*, 13(12), 691–706. <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2016.165>
- Pereira, G. A., Arruda, H. S., Molina, G., & Pastore, G. M. (2018). Extraction optimization and profile analysis of oligosaccharides in banana pulp and peel. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(1), e13408. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13408>
- Pereira, M. A. F., Cesca, K., Poletto, P., & de Oliveira, D. (2021). New perspectives for banana peel polysaccharides and their conversion to oligosaccharides. *Food Research International*, 149, 110706. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110706>

- Phirom-on, K., & Apiraksakorn, J. (2021). Development of cellulose-based prebiotic fiber from banana peel by enzymatic hydrolysis. *Food Bioscience*, 41, 101083. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101083>
- Pluznick, J. L. (2016). Gut microbiota in renal physiology: focus on short-chain fatty acids and their receptors. *Kidney International*, 90(6), 1191–1198. <https://doi.org/10.1016/j.kint.2016.06.033>
- Poerba, Y. S. (2016). Katalog Pisang Koleksi Kebun Plasma Nutfah Pisang Pusat Penelitian Biologi-LIPI. In *Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Pusat Penelitian Biologi-LIPI*. LIPI Press. <http://penerbit.lipi.go.id/data/naskah1479479069.pdf>
- Pongmalai, P., & Devahastin, S. (2019). Profiles of prebiotic fructooligosaccharides, inulin and sugars as well as physicochemical properties of banana and its snacks as affected by ripening stage and applied drying methods. *Drying Technology*, 0(0), 1–11. <https://doi.org/10.1080/07373937.2019.1700517>
- Pop, C., Suharoschi, R., & Pop, O. L. (2021). Dietary Fiber and Prebiotic Compounds in Fruits and Vegetables Food Waste. In *Sustainability* (Vol. 13, Issue 13). <https://doi.org/10.3390/su13137219>
- Powthong, P., Jantrapanukorn, B., Suntornthiticharoen, P., & Laohaphatanalert, K. (2020). Study of prebiotic properties of selected banana species in Thailand. *Journal of Food Science and Technology*, 57(7), 2490–2500. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04284-x>
- Roberfroid, M., Gibson, G. R., Hoyles, L., McCartney, A. L., Rastall, R., Rowland, I., Wolvers, D., Watzl, B., Szajewska, H., & Stahl, B. (2010). Prebiotic effects: metabolic and health benefits. *British Journal of Nutrition*, 104(S2), S1–S63. <https://doi.org/10.1017/s0007114510003363>
- Shalini, R., Abinaya, G., Saranya, P., & Antony, U. (2017). LWT - Food Science and Technology Growth of selected probiotic bacterial strains with fructans from Nendran banana and garlic. *LWT - Food Science and Technology*, 83, 68–78. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.03.059>
- Shinde, T., Perera, A. P., Vemuri, R., Gondalia, S. V., Beale, D. J., Karpe, A. V., Shastri, S., Basheer, W., Southam, B., Eri, R., & Stanley, R. (2020). Synbiotic supplementation with prebiotic green banana resistant starch and probiotic *Bacillus coagulans* spores ameliorates gut inflammation in mouse model of inflammatory bowel diseases. *European Journal of Nutrition*, 59(8), 3669–3689. <https://doi.org/10.1007/s00394-020-02200-9>
- Stick, R. V., & Williams, S. J. (2009). *Chapter 9 - Disaccharides, Oligosaccharides and Polysaccharides* (R. V Stick & S. J. B. T.-C. T. E. M. of L. (Second E. Williams (eds.); pp. 321–341). Elsevier. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-240-52118-3.00009-0>
- Tian, D. D., Xu, X. Q., Peng, Q., Zhang, Y. W., Zhang, P. B., Qiao, Y., & Shi, B. (2020). Effects of banana powder (*Musa acuminata* Colla) on the composition of human fecal microbiota and metabolic output using in vitro fermentation. *Journal of Food Science*, 85(8), 2554–2564. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15324>
- Uraipan, S., Brigidi, P., & Hongpattarakere, T. (2014). Antagonistic mechanisms of symbiosis between *Lactobacillus plantarum* CIF17AN2 and green banana starch in the proximal colon model challenged with *Salmonella Typhimurium*. *Anaerobe*, 28, 44–53. <https://doi.org/10.1016/j.anaerobe.2014.05.002>
- Valmayor, R. V., Jamaluddin, S. H., Silayoi, B., Kusumo, S., Danh, L. D., Pascua, O. C., & Espino, R. R. C. (2000). *Banana cultivar names and synonyms in Southeast Asia*. International Network

- for Improvement of Banana and Plantain-Asia and the Pasific Office. https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/_migrated/uploads/tx_news/Banana_cultivar_names_and_synonyms_in_Southeast_Asia_713.pdf
- Wang, Z., Miao, H., Liu, J., Xu, B., Yao, X., Xu, C., Zhao, S., Fang, X., Jia, C., Wang, J., Zhang, J., Li, J., Xu, Y., Wang, J., Ma, W., Wu, Z., Yu, L., Yang, Y., Liu, C., ... Jin, Z. (2019). *Musa balbisiana* genome reveals subgenome evolution and functional divergence. *Nature Plants*, 5(8), 810–821. <https://doi.org/10.1038/s41477-019-0452-6>
- Yang, J., Tu, J., Liu, H., Wen, L., Jiang, Y., & Yang, B. (2019). Identification of an immunostimulatory polysaccharide in banana. *Food Chemistry*, 277, 46–53. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.10.043>
- Zahid, H. F., Ranadheera, C. S., Fang, Z., & Ajlouni, S. (2021). Utilization of Mango, Apple and Banana Fruit Peels as Prebiotics and Functional Ingredients. *Agriculture*, 11(7), 584. <https://doi.org/10.3390/agriculture11070584>
- Zaman, S. A., & Sarbini, S. R. (2016). The potential of resistant starch as a prebiotic. *Critical Reviews in Biotechnology*, 36(3), 578–584. <https://doi.org/10.3109/07388551.2014.993590>



Copyright © 2023 The author(s). You are free to **Share** — copy and redistribute the material in any medium or format. **Adapt** — remix, transform, and build upon the material. Under the following terms: **Attribution** — You must give appropriate credit, provide a link to the license, and indicate if changes were made. You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use. **NonCommercial** — You may not use the material for commercial purposes. **ShareAlike** — If you remix, transform, or build upon the material, you must distribute your contributions under the same license as the original. **No additional restrictions** — You may not apply legal terms or technological measures that legally restrict others from doing anything the license permits.