

## PERAN KANDUNGAN ZAT GIZI DAN SENYAWA BIOAKTIF PISANG TERHADAP TINGKAT NAFSU MAKAN : A LITERATURE REVIEW

Santi Basaria Pakpahan, Gemala Anjani\*, Adriyan Pramono

Magister Ilmu Gizi, Departemen Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia

\*Korespondensi: [gemaanjani@gmail.com](mailto:gemaanjani@gmail.com)

### ABSTRACT

*Bioactive compounds can be found in various types of plants and fruit with various biological benefits, such as anti-inflammatory, antioxidant, anti-cancer, anti-obesity and anti-diabetic which have the potential to prevent various chronic diseases. Currently, several studies have proven the effect of consuming fruits on serum levels of satiety and appetite hormones, as well as degree of satiety based on visual analogue scale (VAS). However there is still limited study on the effect of bananas bioactive compound on satiety and appetite. There are several bioactive compounds in bananas, including polyphenol, flavonoids, phenol, phenolic and anthocyanin, of which act as antioxidants. Furthermore Bananas also contain of complex carbohydrates as a source of fiber in which may have an effect on satiety and appetite. The complex carbohydrate and antioxidants of bioactive compounds have been suggested to play roles on the regulation of appetite and satiety through the modulation of the gut hormones. The purpose of this narrative review is to overview the various bioactive compounds and the complex carbohydrate in bananas as well as providing a summary of the biological mechanisms related to the regulation of satiety hormones and appetite levels.*

**Keywords :** Banana; bioactive compounds; satiety hormones; appetite levels

### ABSTRAK

*Senyawa bioaktif dapat ditemukan pada berbagai jenis tanaman dan buah-buahan dengan berbagai manfaat biologis, seperti antiinflamasi, antioksidan, antikanker, antiobesitas dan antidiabetik yang berpotensi dalam pencegahan terhadap berbagai penyakit kronis. Saat ini, beberapa penelitian telah membuktikan adanya pengaruh konsumsi buah-buahan terhadap kadar serum hormon kenyang dan nafsu makan serta tingkat rasa kenyang berdasarkan pengukuran visual analogue scale (VAS), namun masih terbatas yang meneliti pada pisang. Beberapa senyawa bioaktif pada pisang diantaranya, polifenol, flavonoid, fenol, fenolik dan antosianin bersifat sebagai antioksidan. Pisang sebagian besar mengandung karbohidrat kompleks sebagai sumber serat dan berbagai senyawa bioaktif yang dapat memberikan pengaruh terhadap rasa kenyang dan tingkat nafsu makan. Karbohidrat kompleks dan senyawa bioaktif diduga berperan dalam pengaturan nafsu makan dan rasa kenyang melalui modulasi satiety hormones. Tujuan dari tinjauan naratif ini adalah untuk meninjau berbagai senyawa bioaktif dalam pisang serta memberikan ringkasan mekanisme biologis terkait pengaturan hormon kenyang dan tingkat nafsu makan.*

**Kata Kunci :** Pisang; senyawa bioaktif; hormon kenyang; tingkat nafsu makan

### PENDAHULUAN

Senyawa bioaktif yang terkandung dalam beberapa sumber alami, seperti tumbuhan dan buah-buahan memiliki pengaruh terhadap kesehatan manusia baik secara langsung maupun tidak langsung. Pada umumnya buah-buahan kaya akan serat, mineral, vitamin dan berbagai senyawa bioaktif lainnya. Senyawa bioaktif pada buah memiliki berbagai manfaat, diantaranya sebagai antioksidan, antikanker, antiinflamasi dan antiobesitas. Kandungan senyawa bioaktif pada buah berpotensi dalam pencegahan terhadap beberapa penyakit kronis<sup>1,2</sup>. Buah juga memiliki kepadatan energi yang rendah serta kandungan

seratnya yang tinggi, sehingga memperlambat pencernaan karbohidrat serta memberikan rasa kenyang<sup>3</sup>. Beberapa penelitian saat ini telah menunjukkan manfaat senyawa bioaktif pada buah terhadap tingkat rasa kenyang, seperti buah lindur, apel dan mangga, namun masih terbatas yang meneliti pada pisang. Pisang sebagai sumber serat dan senyawa bioaktif lainnya dapat berperan dalam meningkatkan rasa kenyang, selain itu pisang juga memiliki nilai ekonomis yang rendah dan mudah di temukan di Indonesia.<sup>4,5,6</sup>

Pisang (*Musa spp*) merupakan jenis tanaman hortikultural yang dapat dijumpai hampir diseluruh wilayah Indonesia dan diakui sebagai tanaman asli

Asia Tenggara<sup>7,8</sup>. Terdapat lebih dari seribu varietas pisang yang diproduksi di dunia dengan tingkat komersial yang paling tinggi adalah spesies (*Musa Acuminata*), diantaranya pisang *cavendish* dan pisang raja<sup>9</sup>. Pisang diketahui sebagai sumber energi dengan komponen utamanya karbohidrat kompleks sebagai sumber serat dan pati yang cukup tinggi. Menariknya selain mengandung pati pisang juga merupakan sumber pati resisten<sup>10,11</sup>. Diketahui pisang kepok (*Musa Paradisiaca L, ABB*) dan pisang batu (*Musa brachycarpa, BB*) memiliki kandungan pati resisten yang cukup tinggi dengan nilai kalori yang rendah dan berhubungan dengan indeks rasa kenyang<sup>12,13,14</sup>. Sedangkan pisang agung (*Musa Paradisiaca L, AAB*) memiliki kandungan pektin berupa polisakarida non-pati sebagai serat larut yang dapat mengikat air dan menimbulkan rasa kenyang<sup>14,15</sup>.

Rasa kenyang sangat penting untuk pengendalian berat badan dan pencegahan obesitas akibat adanya gangguan regulasi nafsu makan yang dimodulasi oleh asupan zat gizi<sup>16</sup>. Asupan makan secara langsung maupun tidak langsung mampu merangsang, menghambat dan mensekresikan beberapa *satiety hormones* yang terdapat pada saluran pencernaan seperti ghrelin, *colecystokinin* (CCK), *glukagon like peptide-1* (GLP-1), dan *peptide YY* (PYY). *Satiety hormones* bekerja melalui jalur persinyalan *gut brain-axis* terutama di hipotalamus dengan cara mengatur persinyalan *oreksigenik* dan *anoreksigenik* yang pada akhirnya mempengaruhi tingkat nafsu makan. Modulasi rasa kenyang secara langsung, salah satunya dapat dilakukan oleh pati resisten<sup>17,18</sup>. Pemberian tepung pisang dengan kandungan serat total dan pati resisten tipe-2 telah terbukti dapat meningkatkan kadar hormon PYY dan tingkat rasa kenyang secara subjektif<sup>19</sup>. Serat memberikan efek terhadap rasa kenyang dengan membentuk gel dalam usus, meningkatkan volume dan kepadatan makanan. Hal ini dapat memperlambat proses pencernaan serta pengosongan lambung yang akhirnya menimbulkan efek rasa kenyang lebih lama, sedangkan pati resisten tipe-2 memiliki granula pati yang cukup besar dan bersifat kental, hal ini menyebabkan pati resisten tipe-2 tahan terhadap enzim pencernaan dan menimbulkan rasa kenyang<sup>20</sup>. Pada pisang juga terdapat antosianin dan polifenol yang bersifat sebagai antioksidan yang secara tidak langsung dapat mempengaruhi regulasi *satiety hormones* melalui peningkatan produksi bakteri baik dan pembentukan *short chain fatty acid* (SCFA) dalam usus<sup>21,22</sup>. Sebuah tinjauan sebelumnya telah menggambarkan berbagai senyawa bioaktif pada pisang dan manfaatnya terhadap kesehatan.<sup>19,78</sup>

Selain itu, beberapa penelitian juga menunjukkan pengaruh senyawa bioaktif pisang terhadap penurunan glukosa darah, profil lipid dan imunomodulator, namun penelitian pisang terhadap *satiety hormones* dan tingkat nafsu makan masih terbatas<sup>14,23,24,25</sup>. Oleh karena itu, tujuan dari tinjauan literatur ini adalah untuk mengeksplorasi potensi beberapa senyawa bioaktif pada pisang terhadap *satiety hormones* dan tingkat nafsu makan pada saluran pencernaan.

### Kandungan Gizi dan Zat Bioaktif Pisang

Pisang (*Musa spp*) merupakan tumbuhan dalam genus *Musa* dan famili *Musaceae* termasuk buah tropis karena tumbuh lebih subur di kawasan hutan hujan tropis dan telah menyebar hampir ke 135 negara di dunia. Terdapat sekitar 35 genus pisang tetapi hanya ada tiga spesies utama yang dapat dimakan dan dibudidayakan, yaitu (*Musa acuminata Colla*), (*Musa balbisiana Colla*) dan (*Musa x Paradisiaca*) sebagai hasil persilangan antara spesies pisang (*Musa acuminata Colla*) dan (*Musa balbisiana Colla*). Kelompok spesies pisang (*Musa acuminata Colla*) ditandai dengan huruf A (*acuminata*), yang terdiri dari genom diploid (AA), triploid (AAA) dan tetraploid (AAAA). Sedangkan pada spesies pisang (*Musa balbisiana Colla*) ditandai dengan huruf B (*balbisiana*) terdiri dari genom diploid (BB), triploid (BBB), namun tidak ada tetraploid. Hibridisasi dari kedua spesies ini (*Musa x Paradisiaca*) dikelompokkan menjadi diploid (AB), triploid (AAB), (ABB), (AAA), dan tetraploid (AAAB), (AABB), (ABBB). Kelompok genom triploid (AAA) spesies pisang (*Musa acuminata Colla*) memiliki rasa yang lebih manis dan kurang mengandung tepung dibandingkan genom triploid (AAB) pada spesies pisang (*Musa x Paradisiaca*), namun memiliki kandungan pati yang lebih tinggi<sup>26,27</sup>.

Kandungan gizi dan zat bioaktif pada pisang berbeda pada tiap kultivar tergantung pada tahap kematangan, tanah, cara budidaya (kualitas air, pestisida, penggunaan pupuk) dan kondisi iklim. Daging buah pisang kayak akan pati dan berubah menjadi gula saat matang dan mengandung beberapa zat gizi yang mampu meminimalkan penyerapan lemak. Pisang merupakan sumber utama komponen senyawa bioaktif termasuk serat dan senyawa fenolik serta kaya akan zat gizi makro dan mikro, seperti karbohidrat, lemak, dan protein yang telah dikaitkan dengan penurunan risiko penyakit degeneratif dan berkontribusi terhadap peningkatan rasa kenyang<sup>36,26</sup>.

Tabel 1. Senyawa Bioaktif Pisang

Nama Spesies	Kultivar Pisang	Senyawa Bioaktif		Referensi
<i>(Musa Acuminata)</i>	Pisang Merah Kerdil ( <i>Drawf Red</i> ), AAA	Fenolik	Antosianin, polifenol	(28), (29)
	Pisang Lady finger/Pisang Mas, AAA	Karbohidrat	Pati Resisten	(20)
		Fenolik	Total fenolik	(41)
	Pisang Goroho, AAA	Fenolik	Polifenol	(30),
	Pisang Cavendish ( <i>Drawf Cavendish</i> , AA)	Karbohidrat	Pati Resisten, Inulin	(31)
		Fenolik	Polifenol	(32)
	Pisang Ambon, AAA	Karbohidrat	Pati Resisten	(20)
<i>(Musa Balbisiana)</i>	Pisang Barangan, AAA	Fenolik	Antosianin, fenol	(33)
	Pisang Muli, AAA	Karbohidrat	Pati Resisten	(20)
<i>(Musa Paradisiaca L)</i>	Pisang Batu, BB	Karbohidrat	Pati Resisten	(20)
	Pisang Agung, AAB	Karbohidrat	Pektin	(34)
	Pisang Raja, AAB	Fenolik	Polifenol, Antosianin,	(35), (36)
		Karbohidrat	Serat, Pati Resisten	(20)
	Pisang Awak, ABB	Fenolik	Polifenol	(36)
		Karbohidrat	Pati Resisten	(15)
	Pisang Kepok, ABB	Karbohidrat	Pati resisten, Inulin	(20), (37)
<i>(Musa Esculianta)</i>	Pisang Tanduk, AAB	Karbohidrat	Pati resisten	(20)
	Pisang Embug	Karbohidrat	Pektin	(34), (15)
<i>(Musa Troglodytarum L)</i>	Pisang Ranggap/Pisang Fe'i	Fenolik	Flavonoid	(38)

Ket: AAA (genom triploid spesies *Acuminata*), AA (genom diploid spesies *Acuminata*), AAB, ABB (genom triploid spesies *Musa x Paradisiaca*)

Tabel 2. Kandungan Zat Gizi Pisang

Varietas Pisang	Kandungan Gizi dan Zat Bioaktif Pisang (per 100 g)							Referensi
	Air (%)	Abu (%)	Energi (kkal)	Karbohidrat (%)	Lemak (%)	Protein (%)	Serat kasar (%)	
Pisang Ambon	72,90	-	116	25,80	0,20	1,60	-	(40)
Pisang Kepok	65,54	0,72	294,91	31,04	0,95	1,75	1,14	(14)
Pisang Mas	65,25	0,99	127	25,15	2,56	1,91	2,82	(41)
Pisang Buluh	71,43	1,09	218,23	22,25	1,30	1,57	1,65	(41)
Pisang Lumut	71,71	1,09	212,54	21,21	1,69	1,61	1,82	(41)
Pisang Cavendish	82,74	1,77	136,2	14,53	0,31	0,66	1,52	(42)
Pisang Kapas	8,92	-	-	-	0,24	0,92	-	(43)
Pisang Nangka	7,97	-	-	-	0,12	1,58	81,53	(43)
Pisang Raja Sere	67,00	-	118	31,10	0,20	1,20	-	(44)
Pisang Raja	65,80	0,78	120,0	31,80	0,20	1,20	10,24	(44), (45)
Pisang Uli	59,10	-	146	38,20	0,20	2,00	-	(44)

### Karbohidrat

Pisang merupakan sumber karbohidrat yang kaya akan kandungan pati, namun kadarnya akan berkurang secara signifikan selama proses pematangan. Pati merupakan polisakarida yang memiliki dua polimer  $\alpha$ -glukopiranososa berupa amilosa dan amilopektin<sup>42</sup>. Kandungan amilosa pisang sebesar 38,6-43,8% diketahui lebih tinggi dibandingkan pada sereal dan biji-bijian<sup>43</sup>. Kandungan pati pisang cavendish diketahui berubah pada keadaan mentah sebesar 21g/100g berkurang menjadi 1 g/100g saat matang<sup>10</sup>. Pati dibedakan berdasarkan daya cernanya yang dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti struktur fisik, kandungan amilosa dan amilopektinnya serta derajat gelatinisasi<sup>11,40</sup>. Secara umum pati dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu pati yang dicerna dengan

cepat, pati yang dicerna dengan lambat dan pati resisten. Pati resisten kemudian dibagi menjadi empat fraksi atau empat tipe dan pati resisten yang terkandung pada pisang merupakan jenis pati resisten tipe 2<sup>40,44</sup>. Kandungan pati resisten pada pisang mampu memberikan efek rasa kenyang lebih lama serta meningkatkan *satiety hormones*, seperti PYY. Hal ini dibuktikan dengan pemberian pati resisten tipe-2 sebanyak 15 g/minggu dalam suplementasi tepung pisang dikarenakan pati resisten tipe-2 dicerna secara lambat pada usus serta memiliki sifat sebagai prebiotik yang baik bagi kesehatan saluran pencernaan<sup>9,13</sup>.

Pisang juga mengandung gula, seperti (fruktosa, glukosa dan sukrosa) serta polisakarida non-pati (pektin, selulosa, hemiselulosa) yang merupakan bagian serat. Serat didefinisikan sebagai

karbohidrat larut dan tidak larut yang tidak dapat dicerna dan memiliki manfaat dalam pencegahan penyakit termasuk manajemen berat badan<sup>10</sup>. Selulosa dan hemiselulosa merupakan serat yang tidak dapat dicerna, sedangkan pektin merupakan serat yang dapat dicerna atau serat larut yang bermanfaat dalam peningkatan rasa kenyang<sup>45</sup>. Selain pektin, serat larut yang dapat ditemukan dalam pisang adalah inulin. Pisang memiliki kandungan inulin yang lebih tinggi dibandingkan dengan jenis buah lainnya, namun ditemukan rendah dibandingkan dengan umbi-umbian. Inulin memiliki sifat sebagai prebiotik yang tidak dapat dicerna dan difermentasi untuk pertumbuhan bakteri baik saluran cerna yang bermanfaat dalam pembentukan SCFA<sup>31,46</sup>.

### Protein

Pisang mengandung protein dan asam amino, dimana diketahui kandungannya ditemukan lebih tinggi pada pisang mas dan pisang uli<sup>36,29</sup>. Protein dan asam amino memiliki efek sebagai anoreksigenik yang dipengaruhi oleh komposisi molekulnya, seperti asam amino spesifik berupa arginin, lisin dan asam glutamat dibandingkan asam amino lainnya. Konsumsi protein mampu meningkatkan rasa kenyang dengan menstimulasi persinyalan *gut-brain-axis* (GBA)<sup>47</sup>. Namun belum ada yang meneliti secara spesifik kandungan protein pisang terhadap peningkatan rasa kenyang.

### Lemak

Pisang merupakan sumber utama zat gizi makro termasuk diantaranya asam lemak tak jenuh. Pisang memiliki kandungan energi dan lemak yang rendah karena kandungan airnya yang tinggi. Kandungan lemak pada pisang meningkat seiring dengan kematangan buah (52). Lemak tak jenuh yang ditemukan pada pisang, yaitu asam lemak tak jenuh ganda (PUFA), asam lemak Omega-3 (12,1 mg/100g buah pisang segar) dan Omega-6 (5,9 mg/100g buah pisang segar) yang tergolong sebagai asam lemak rantai panjang<sup>28,49</sup>. Konsumsi asam lemak tak jenuh telah dikaitkan dengan peningkatan rasa kenyang dibandingkan mengkonsumsi asam lemak jenuh. Efek mengenyangkan pada lemak salah satunya dipengaruhi oleh sifat fisikokimianya, dimana rasa kenyang meningkat seiring dengan semakin panjang rantai asam lemak. Lemak merupakan salah satu kandungan pada pisang yang rendah, namun memiliki efek terhadap regulasi nafsu makan yang juga diatur oleh hormon saluran pencernaan<sup>50</sup>.

### Senyawa Fenolik

Buah pisang dikenal sebagai sumber senyawa fenolik, termasuk diantaranya asam fenolik, polifenol, flavonoid, dan glikosida. Fenol

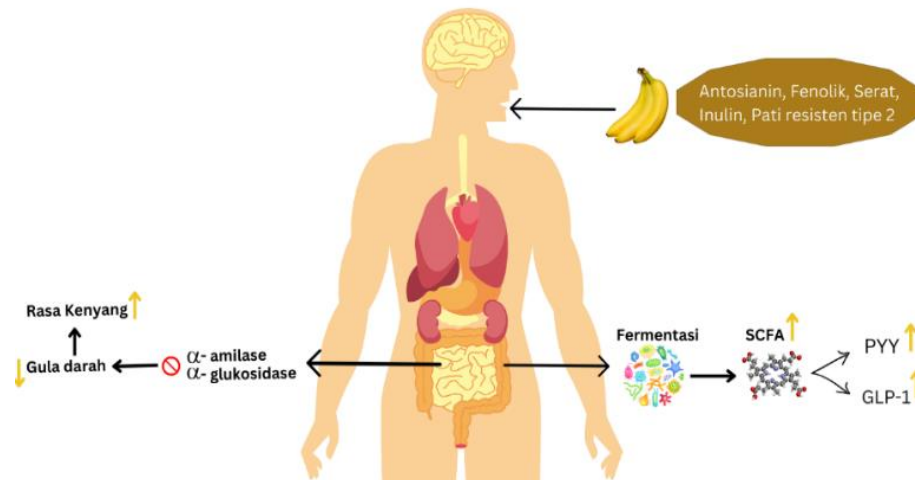
yang paling umum terdapat pada pisang adalah *asam galat, katekin, epikatekin, tanin dan antosianin*<sup>26,36</sup>. Senyawa fitokimia seperti polifenol juga memiliki manfaat baik dalam peningkatan keragaman bakteri baik saluran cerna, dimana polifenol diserap dalam usus halus sekitar 5-10% dan sebagian besarnya 90-95% terakumulasi di usus besar untuk selanjutnya difermentasi dan memberikan manfaat terhadap kesehatan usus<sup>22</sup>. Selain itu, antosianin pada beberapa varietas pisang berwarna merah (*Musa coccinea*) memiliki kandungan antosianin yang lebih tinggi<sup>21</sup>. Antosianin memiliki kemampuan sebagai penangkal radikal bebas, dan memberikan perlindungan terhadap kanker kolon karna tingkat absorpsinya yang rendah dibawah 1% dan bermanfaat dalam pembentukan SCFA<sup>51</sup>. SCFA dengan beberapa reseptornya, yaitu *G protein-coupled receptor 41* (GPR-41) dan *G protein-coupled receptor GPR-43* dapat memodulasi pelepasan *satiety hormones* dalam saluran cerna untuk meningkatkan rasa kenyang di hipotalamus.

### Peran Senyawa Bioaktif Pisang Terhadap Hormon Kenyang dan Tingkat Nafsu Makan

Pisang merupakan salah satu jenis buah yang mampu memberikan rasa kenyang melalui berbagai mekanisme, salah satunya regulasi sekresi *satiety hormones* pada saluran pencernaan sebagai efek dari kandungan senyawa bioaktifnya. Kandungan zat gizi pada pisang, seperti serat total dan pati resisten telah terbukti dapat berpengaruh terhadap regulasi nafsu makan yang diatur oleh beberapa hormon yang terdapat pada saluran pencernaan<sup>19</sup>. Pada saluran pencernaan khususnya di usus terdapat serangkaian sel endokrin yang mensintesis dan mensekresikan berbagai hormon sebagai respons terhadap berbagai asupan zat gizi termasuk. Rasa kenyang setelah makan diatur oleh sistem sensorik yang menghubungkan antara usus dan sistem saraf pusat (SSP) sebagai pengatur nafsu makan di otak khususnya hipotalamus. Pengendalian nafsu makan merupakan serangkaian sinyal jangka pendek berupa sinyal humoral dari usus dan sinyal saraf dari otak, dimana integrasi persinyalan ini sebagian besar terjadi di *nukleus arkuata hipotalamus* (ARC). Di dalam ARC terdapat dua populasi neuron yang berbeda serta bertanggung jawab dalam mengatur regulasi nafsu makan, yaitu neuron penghambat nafsu makan seperti *Pro-opiomelanocortin* (POMC) dan *neuropeptida Y* (NPY/AgRP) meningkatkan nafsu makan. Selain itu, di berbagai wilayah saraf ARC terdapat reseptor hormon Y2 yang sebagian dapat diakses oleh hormon modulator nafsu makan. Salah satu hormon modulator nafsu makan, yaitu ghrelin diketahui merupakan hormon usus oreksigenik yang bertindak untuk meningkatkan nafsu makan, Selain hormon

oreksigenik berupa ghrelin, terdapat beberapa hormon anoreksigenik, diantaranya CCK, GLP-1 dan PYY berfungsi mempengaruhi nafsu makan dengan meningkatkan rasa kenyang. Adanya

perubahan sekresi pada beberapa hormon ini menyebabkan percepatan pengosongan lambung, peningkatan volume lambung dalam keadaan puasa, dan penurunan rasa kenyang<sup>16,17,52</sup>.



Gambar 1. Peran senyawa bioaktif pisang terhadap regulasi rasa kenyang<sup>53, 59, 55,30, 31, 15, 6</sup>

Senyawa bioaktif pada pisang berpotensi dalam mencegah obesitas dan manajemen berat badan dengan memberikan efek rasa kenyang dan menunda rasa lapar baik secara langsung maupun tidak langsung. Secara langsung kandungan zat gizi pisang, seperti serat larut dan pektin memberikan efek rasa kenyang dengan membentuk gel dalam lambung dan usus, sehingga dapat memperlambat pengosongan lambung dan memperlambat penyerapan zat gizi, hal ini memberikan rasa kenyang lebih lama setelah makan. Secara tidak langsung kandungan pisang, seperti inulin, pati resisten tipe-2 dan serat tidak larut terfermentasi dalam saluran cerna oleh mikrobiota usus dan menghasilkan SCFA untuk selanjutnya memodulasi pelepasan dari *satiety hormones*, sehingga mampu meningkatkan rasa kenyang. Sedangkan kandungan senyawa asam fenolik pada pisang, yaitu polifenol dan antosianin memberikan efek rasa kenyang secara tidak langsung dengan mendorong pertumbuhan bakteri baik dalam saluran cerna untuk meningkatkan pembentukan SCFA.

Pisang dengan varietas berwarna merah yang dikenal *Musa coccinea* mengandung antosianin. Antosianin merupakan bagian dari senyawa fenolik yang terdapat pada daging pisang yang bersifat sebagai antioksidan dan mampu mendorong pertumbuhan bakteri baik, seperti *Bifidobacterium* dan *Lactobacillus* serta meningkatkan pembentukan SCFA dalam saluran cerna<sup>53</sup>. SCFA diketahui berperan penting dalam pengaturan nafsu makan dan homeostatis energi, dimana SCFA telah terbukti dapat merangsang sekresi *satiety hormones* berupa GLP-1 dan PYY<sup>59</sup>. Senyawa fitokimia seperti polifenol juga memiliki

manfaat baik dalam peningkatan keragaman bakteri baik saluran cerna<sup>55,30</sup>. Serat yang terkandung dalam pisang berupa pati resisten, pektin dan inulin diketahui bersifat sebagai prebiotik yang dapat meningkatkan rasa kenyang melalui berbagai mekanisme, salah satunya melalui penghambatan penyerapan karbohidrat dalam usus halus dan kemampuan untuk difermentasi untuk selanjutnya menghasilkan SCFA<sup>31,15,6</sup>. Kandungan antosianin pada blueberry sebanyak 162,53 mg pada penelitian sebelumnya secara efektif meningkatkan rasa kenyang, tetapi secara spesifik penelitian kadar antosianin pada pisang yang dapat mempengaruhi rasa kenyang masih terbatas.<sup>80</sup>

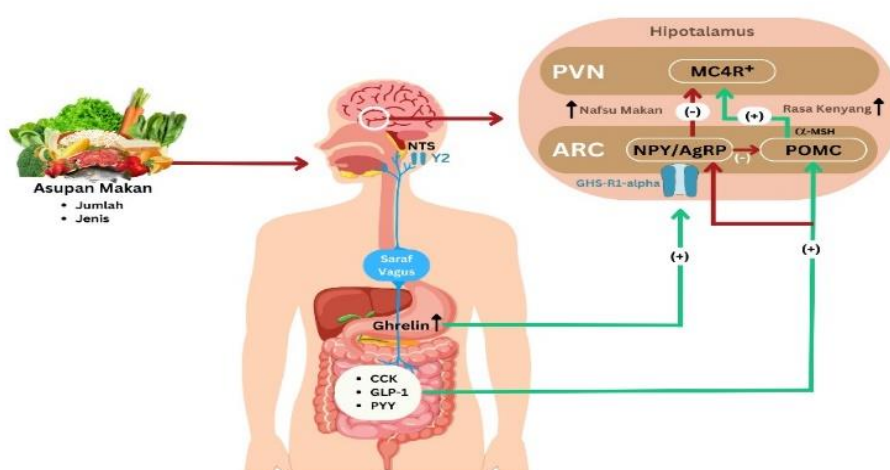
### Efek Karbohidrat terhadap *Satiety Hormones* dan Tingkat Nafsu Makan

### Efek Pati dan Pati Resisten terhadap *Satiety Hormones* dan Tingkat Nafsu Makan

Pisang mengandung pati resisten tipe 2 yang memiliki sifat tahan terhadap hidrolisis oleh enzim pencernaan dalam usus halus, sehingga memberikan rasa kenyang yang lebih lama. Selanjutnya pati resisten yang tidak diserap di usus halus masuk ke dalam usus besar untuk selanjutnya difermentasi oleh mikrobiota saluran cerna<sup>20</sup>. Hasil fermentasi pati resisten pada akhirnya mampu memodulasi pembentukan metabolit SCFA yang dapat meregulasi sekresi *satiety hormones* dalam saluran cerna, yaitu GLP-1 dan PYY untuk meningkatkan rasa kenyang, menekan rasa lapar serta memberikan rasa kenyang secara subjektif setelah makan. Peningkatan konsentrasi SCFA juga dapat mencegah pertumbuhan bakteri patogen saluran cerna<sup>18,56</sup>. Beberapa penelitian telah menunjukkan adanya pengaruh pemberian pati resisten tipe 2 pada pisang

terhadap peningkatan kadar hormon kenyang dan tingkat nafsu makan, diantaranya yang dilakukan oleh (Ble-Castillo et al, 2017), dimana pemberian tepung pisang dengan kandungan pati resisten tipe 2 sebanyak 26,8 g mampu meningkatkan hormon kenyang PYY dan GLP-1, namun tidak ditemukan adanya perbedaan terhadap tingkat nafsu makan melalui kuesioner VAS. Berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh (Sarda et al, 2016), pemberian pati pisang mentah dengan pati resisten tipe 2 sebanyak 15 g mampu memberikan peningkatan rasa kenyang dan penurunan rasa lapar menggunakan kuesioner VAS disertai dengan terjadinya peningkatan kadar PYY dan penurunan hormon ghrelin.

Kadar PYY meningkat dalam waktu 15 menit setelah makan dan mencapai puncaknya sekitar 60-90 menit dan tetap meningkat hingga 6 jam berikutnya. Konsentrasi PYY ditemukan tertinggi di usus besar dan rektum yang dilepaskan setelah makan dan telah terbukti mampu menurunkan asupan makan setelah diberikan secara eksogen<sup>57</sup>. Sedangkan GLP-1 terutama disintesis dan disekresi oleh sel L di usus halus bagian distal. GLP-1 memiliki waktu paruh plasma yang pendek, yaitu sekitar 15 menit dikarenakan adanya degradasi GLP-1 oleh enzim *dipeptidyl peptidase -IV* (DPPIV) dalam sirkulasi darah. GLP-1 akan meningkat setelah makan dan menurun dalam keadaan berpuasa<sup>58</sup>.



Gambar 2. Regulasi Nafsu Makan<sup>59, 60, 61</sup>

PYY dan GLP-1 diketahui meningkatkan rasa kenyang dengan bekerja pada pusat pengatur nafsu makan di hipotalamus terutama ARC dan *nukelus-paraventrikular* (PVN) melalui sinyal kolinerjik saraf vagus dengan cara meningkatkan aktivitas neuron POMC dan melemahkan atau menekan AgRP/NpY. PYY juga mampu mengikat reseptor Y2 di NPY untuk menghambat asupan makan dan meningkatkan pelepasan hormon *alfa-melanosit* ( $\alpha$ -MSH) dari POMC untuk meningkatkan rasa kenyang di PVN.  $\alpha$ -MSH selanjutnya berikatan dan mengespresikan reseptor MCH4 yang terdapat pada PVN yang berperan penting dalam homeostatis energi. MCH4 mampu memberi efek kenyang setelah berikatan dengan  $\alpha$ -MSH dan sebaliknya memberikan efek terhadap peningkatan asupan makanan setelah berikatan dengan NPY/AgRP<sup>59, 60, 61</sup>.

Berbeda dengan beberapa penelitian sebelumnya yang menunjukkan terdapat korelasi antara konsumsi pati resisten tipe 2 pisang terhadap peningkatan hormon kenyang dan tingkat nafsu makan. Penelitian yang dilakukan oleh (Gracia-Vazquez et al, 2019) menunjukkan hal sebaliknya,

dimana pemberian pati resisten pisang sebanyak 20 g tidak memberikan pengaruh terhadap hormon kenyang dan tingkat nafsu makan. Penelitian ini menyebutkan keterbatasan pada penelitian diantaranya, jumlah sampel dan desain penelitian. Sampel dalam penelitian ini, diketahui relatif kecil sebanyak 14 orang meskipun perhitungan ukuran sampel telah dilakukan, kemungkinan sampel dengan jumlah yang lebih besar dapat memberikan hasil yang berbeda. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa pengaruh konsumsi pati resisten pisang terhadap tingkat nafsu makan dan hormon kenyang dapat dilemahkan efektivitasnya oleh penggunaan jumlah sampel yang kecil dalam sebuah penelitian.

### Efek Polisakarida non-pati terhadap *Satiety Hormones* dan Tingkat Nafsu Makan

### Efek Pektin terhadap *Satiety Hormones* dan Tingkat Nafsu Makan

Pisang merupakan salah satu buah sebagai sumber pektin baik pada kulit dan dagingnya, namun kadanya ditemukan lebih tinggi pada kulit sebesar 21% dari total berat kulit pisang. Pektin adalah salah satu jenis serat larut yang bersifat kental dan dapat

difermentasi oleh mikrobiota saluran cerna untuk menghasilkan SCFA terutama asetat, propionat dan butirat, sehingga mampu memodulasi sekresi dan peningkatan *satiety hormones* berupa GLP-1 dan PYY yang diregulasi oleh reseptor *G-protein-coupled receptors*<sub>41</sub> (GPR<sub>41</sub>) dan *G-protein-coupled receptors*<sub>43</sub> (GPR<sub>43</sub>) pada sel endokrin atau sel L saluran pencernaan untuk meningkatkan rasa kenyang<sup>62,63</sup>. Diketahui sebanyak 90% pektin dapat difermentasi dan berkontribusi terhadap perubahan mikrobiota saluran cerna untuk metabolisme SCFA. Sebuah penelitian terdahulu menunjukkan, bahwa pemberian pektin sebanyak 5% mampu meningkatkan kandungan SCFA<sup>64</sup>. Selain kemampuannya yang dapat difermentasi, pektin juga memiliki viskositas yang tinggi yang berhubungan dengan peningkatan rasa kenyang melalui beberapa mekanisme, seperti memperlambat laju pengosongan lambung, lama waktu transit ke usus serta mampu menyebabkan distensi lambung dengan menekan hormon ghrelin. Diketahui pemberian pektin dengan diet rendah lemak mampu mengurangi asupan makan dan meningkatkan GLP-1<sup>6,64</sup>. Hal ini menunjukkan, bahwa konsumsi pektin efektif dalam meregulasi nafsu makan. Meskipun pisang mengandung pektin, tetapi sejauh ini belum diteliti pengaruh pemberian pektin pisang terhadap tingkat nafsu makan dan hormon kenyang.

### Efek Inulin terhadap *Satiety Hormones* dan Tingkat Nafsu Makan

Pisang merupakan sumber karbohidrat kompleks yang terdiri dari polisakarida termasuk kandungan gulanya, yaitu inulin. Pisang mengandung sekitar  $\pm$  1 g inulin /100 g pisang yang telah digolongkan sebagai serat pangan larut dan salah satu sumber prebiotik alami yang dapat menjadi substrat untuk menstimulasi pertumbuhan dan keragaman bakteri menguntungkan. Dalam saluran cerna inulin dapat difermentasi beberapa jam setelah makan dan menghasilkan metabolit berupa SCFA. Penelitian sebelumnya telah yang membuktikan, bahwa pemberian inulin mampu meregulasi nafsu makan dengan meningkatkan sekresi *satiety hormones* berupa GLP-1 dan PYY serta menurunkan sekresi hormon ghrelin. *Satiety hormones* menstimulasi rasa kenyang di dalam ARC hipotalamus sama halnya dengan ghrelin yang disekresikan dari sel lambung merangsang nafsu makan melalui peningkatan NPY/AgRP di ARC hipotalamus<sup>46,65</sup>. Kandungan inulin pada pisang dapat menjadi prebiotik untuk selanjutnya menghasilkan SCFA dan memodulasi peningkatan sekresi dari *satiety hormones* dalam meningkatkan rasa kenyang.

### Efek Senyawa Fenolik terhadap Tingkat Nafsu Makan

### Antosianin terhadap Hormon Kenyang dan Tingkat Nafsu Makan

Antosianin yang terkandung pada pisang sebagian besar tidak diserap dalam usus halus dan hanya sekitar 5 % dari total antosianin yang diserap melalui epitel usus dan sebagian besar mencapai usus besar yang bermanfaat dalam memodulasi populasi mikrobiota saluran cerna<sup>51</sup>. Antosianin dalam usus besar akan didegradasi oleh enzim mikrobiota menjadi asam fenolik, seperti asam protokatechuic, asam galat dan asam vanilat yang menunjukkan, bahwa antosianin memiliki tingkat bioavailabilitas yang rendah. Rendahnya bioavailabilitas dari antosianin salah satunya juga dibuktikan dari rendahnya perolehan antosianin pada sampel feses dan urin. Metabolit antosianin di usus besar mampu menstimulasi peningkatan serta keanekaragaman bakteri baik, khususnya *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, dan *Akkermanisa* yang bermanfaat dalam pembentukan SCFA. Pemberian antosianin bermanfaat dalam pembentukan SCFA, yang selanjutnya mempengaruhi pelepasan hormon *anoreksigenik* dan *oreksigen*, dimana metabolit antosianin mampu merangsang sel L enteroendokrin untuk mensekresi *satiety hormones* berupa GLP-1 untuk meningkatkan rasa kenyang, sehingga dapat mengurangi asupan makan<sup>53,21</sup>. Konsumsi antosianin dapat meregulasi nafsu makan telah terbukti dapat memperbaiki obesitas melalui sistem saraf pusat, dimana pemberian antosianin dalam dosis besar (24 mg/kg) mampu menurunkan ekspresi neuron NPY, dimana temuan ini menunjukkan antosianin dapat mempengaruhi sekresi sinyal oreksigenik dan anoreksigenik melalui regulasi sistem saraf pusat<sup>51,53</sup>. Kandungan antosianin dalam pisang dapat sebagai penstimulasi perkembangan dari bakteri baik dalam saluran cerna yang selanjutnya meningkatkan produksi SCFA untuk memodulasi pelepasan *satiety hormones*, sehingga mampu meregulasi peningkatan rasa kenyang.

### Efek Protein terhadap Hormon Kenyang dan Tingkat Nafsu Makan

Protein adalah makronutrient yang dapat menimbulkan rasa kenyang dan menurunkan sekresi ghrelin postprandial lebih banyak dibandingkan dengan konsumsi karbohidrat yang tinggi<sup>47,66</sup>. Pisang adalah sumber protein dengan kandungannya sekitar 1,2 g/ 100 g pisang yang memungkinkan untuk memberikan efek terhadap rasa kenyang, meskipun saat ini belum ada penelitian protein pisang secara langsung terhadap rasa kenyang.<sup>79</sup> Protein mempengaruhi rasa kenyang melalui daya serapnya yang tinggi dibandingkan dengan konsumsi makanan yang dicerna secara lambat dan peningkatan konsentrasi asam amino dalam plasma

darah. ketika mengkonsumsi protein, sel enteroendokrin yang terletak pada usus kecil mengeluarkan CCK, GLP-1 dan PYY berupa hormon anoreksigenik untuk mengirimkan sinyal ke sistem saraf pusat khususnya hipotalamus dalam meregulasi peningkatan rasa kenyang<sup>47,67</sup>. Penelitian sebelumnya pemberian 20 % energi dari protein dan 70% energi dari protein mampu meningkatkan rasa kenyang dan penurunan asupan makan<sup>68,69</sup>. Konsumsi protein juga mampu menekan hormon ghrelin lebih lama dengan memediasi efek oreksigeniknya melalui meningkatkan ekspresi Neuropeptide Y (NPY/AgRP) di nukleus arkuata hipotalamus (ARC) yang dihubungkan oleh saraf vagus<sup>67</sup>. Ketika neuron NPY/AgRP teraktivasi oleh peningkatan ghrelin, maka populasi neuron lainnya di ARC akan mengalami inhibisi. Neuron AgRP dapat meningkatkan nafsu makan atau menghasilkan sinyal oreksigenik saat berikatan dengan gen melanocortin receptor tipe 4 (MC4R) di nukleus-paraventricular (PVN) merupakan bagian kedua hipotalamus, dimana receptor ini berperan penting

dalam mengatur asupan makan, pengeluaran energi serta regulasi homeostatis energi<sup>59</sup>.

### Efek Lemak terhadap Hormon Kenyang dan Tingkat Nafsu Makan

Lemak merupakan salah satu kandungan pada pisang yang rendah dan memiliki efek terhadap regulasi nafsu makan. Tetapi pengaruh konsumsi lemak pada pisang terhadap tingkat rasa kenyang dan *satiety hormones* saat ini belum diteliti. Konsumsi lemak mampu merangsang sekresi *satiety hormones* saluran cerna, seperti CCK, GLP-1, PYY dengan mengikat reseptor GPR120 pada sel L atau sel enteroendokrin dalam asaluran cerna<sup>70</sup>. Efek mengenyangkan pada lemak juga dipengaruhi oleh sifat fisikokimianya, dimana rasa kenyang meningkat seiring dengan semakin panjang rantai asam lemak. Pisang mengandung asam lemak tak jenuh jamak (PUFA), seperti asam linoleat (Omega-6) dan (Omega-3) yang memiliki rantai panjang.

Tabel 3. Senyawa Biokatif Pisang terhadap Hormon Kenyang dan Tingkat Nafsu Makan

Jenis Buah Pisang	Senyawa Bioaktif	Dosis	Durasi	Responden (orang)	IMT (kg/m <sup>2</sup> )	Desain RCT	Modulasi	Parameter Terkena Dampak	Ref
<i>Musa acuminata, AAA</i>									
Pisang cavendish (mentah)	Pati resisten tipe-2 (RS2)	26,8 g /minggu	1 minggu	28 orang	18-29,9	Cross-over	Peningkatan	↑ PYY ↑ GLP 1 Tidak ada perbedaan tingkat nafsu makan	(79)
Pisang cavendish (mentah)	Pati resisten tipe-2 (RS2)	20 g /minggu	2 minggu	14 orang	≥ 25	Cross-over		Tidak ada perbedaan kadar hormon kenyang Tidak ada perbedaan tingkat nafsu makan	(3)
Pisang cavendish (mentah)	Pati resisten tipe-2 (RS2)	15 g /minggu	6 minggu	22 orang	22,8	Paralel	Peningkatan Penurunan Peningkatan Penurunan	↑ PYY ↓ Ghrelin ↑ rasa kenyang ↓ rasa lapar	(19)



Penelitian sebelumnya berupa pemberian asam lemak tak jenuh mampu memberikan rasa kenyang dengan meregulasi peningkatan CCK, dibandingkan dengan pemberian asam lemak jenuh<sup>50</sup>. Hasil penelitian sebelumnya juga menunjukkan, terjadi peningkatan rasa kenyang setelah konsumsi lemak dan penurunan kadar hormon ghrelin, namun pengaruh konsumsi lemak terhadap rasa kenyang ditemukan lebih rendah dibandingkan dengan konsumsi protein dan karbohidrat<sup>71</sup>. Ghrelin merupakan hormon yang disintesis dalam sel endokrin lambung dan memainkan peran penting dalam pengaturan nafsu makan jangka pendek. Selain terdapat di lambung, ghrelin juga ditemukan pada ginjal, usus halus, pankreas dan bagian otak lainnya, namun dalam jumlah yang sedikit. Rata-rata 2/3 jumlah ghrelin dalam plasma berasal dari lambung dan 1/3 nya berasal dari usus halus. Dalam kondisi puasa atau sebelum makan konsentrasi ghrelin akan meningkat dan kadarnya menurun setelah makan<sup>72</sup>.

Ghrelin memberikan efek oreksigenik dengan mengikat reseptor *secretagogue GH* (GHS-R1-alpha) yang terdapat di ARC, kemudian meningkatkan ekspresi Neuropeptide Y (NPY/AgRP) di ARC melalui saraf vagus. Ketika neuron NPY/AgRP teraktivasi oleh peningkatan ghrelin, maka populasi neuron lain di ARC akan mengalami inhibisi. Neuron AgRP juga dapat meningkatkan nafsu makan saat berikatan dengan gen melanocortin receptor tipe 4 (MC4R) di nukelus-paraventricular (PVN), yaitu bagian neuron kedua hipotalamus, dimana protein ini berperan penting dalam mengatur asupan makan, pengeluaran energi serta regulasi homeostatis energi<sup>57</sup>.

## SIMPULAN

Pisang merupakan salah satu buah yang mengandung beberapa senyawa bioaktif yang bermanfaat dan telah terbukti pada regulasi rasa kenyang melalui mekanisme langsung dan tidak langsung. Secara langsung kandungan bioaktif pada pisang, seperti serat larut dan pektin dapat mempengaruhi tingkat rasa kenyang melalui pembentukan gel dalam lambung dan usus, sehingga memperlambat pengosongan lambung. Sedangkan secara tidak langsung senyawa bioaktif pisang berupa pati resisten tipe 2, inulin,

dan serat tidak larut mempengaruhi rasa kenyang dengan modulasi pementukan SCFA dan sekresi *satiety hormones*, seperti GLP-1 dan PYY untuk meningkatkan rasa kenyang.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Marli M, Karasawa G, Mohan C. Fruits as Prospective Reserves of bioactive Compounds: A Review. *Nat Products Bioprospect* [Internet]. 2018;8(5):335–46. Available from: <https://doi.org/10.1007/s13659-018-0186-6>
2. Li AL, Pegg RB, Eitenmiller RR, Chun J, Kerrihard AL. Selected nutrient analyses of fresh, fresh-stored, and frozen fruits and vegetables. *J Food Compos Anal* [Internet]. 2017; Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2017.02.002>
3. Garc C, Ble-castillo JL, Arias-c Y. Effects of Resistant Starch Ingestion on Postprandial Lipemia and Subjective Appetite in Overweight or Obese Subjects. 2019;1–12.
4. Stamper C, Safadi S, Gehr A, Asuncion P, Hong MY. Effects of fresh vs dried mango consumption on satiety and postprandial glucose in healthy adults. *Metab Open* [Internet]. 2023;19(July):100253. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.metop.2023.100253>
5. Amalia R, Pramono A, Nur D, Ratna E, Cahyo A. Heliyon Mangrove fruit ( *Bruguiera gymnorhiza* ) increases circulating GLP-1 and PYY , modulates lipid profiles , and reduces systemic inflammation by improving SCFA levels in obese wistar rats. 2022;8(July):0–9.
6. Adam CL, Thomson LM, Williams PA, Ross AW. Soluble Fermentable Dietary Fibre ( Pectin ) Decreases Caloric Intake , Adiposity and Lipidaemia in High-Fat Diet-Induced Obese Rats. 2015;1–14.
7. Munasika G, Wulan WS, Puspitasari A. VOL 7 NO . 2 DESEMBER 2018 ISSN : 2320 - 3635 PEMBERIAN PISANG ( *Musa paradisiaca* ) TERHADAP KADAR KOLESTEROL TOTAL PADA MENCIT ( *Mus musculus* ). 2018;7(2):582–7.
8. Ismail TKDVA, Maxiselly AKY, Sutari

- AWIW. Pemanfaatan jenis-jenis pisang ( banana dan plantain ) lokal Jawa Barat berbasis produk sale dan tepung Utilization kind of local West Java bananas ( banana and plantain ) based figs and flour product. 2015;14(2):63–70.
9. Ginani C, Zandonadi RP. Health Benefits of Green Banana Consumption : A Systematic Review. 2019;1–22.
  10. Id KMP, Mcginty RC, Couture G, Pehrsson PR, Mckillop K, Fukagawa NK. Dietary fiber , starch , and sugars in bananas at different stages of ripeness in the retail market. 2021;1–21. Available from: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0253366>
  11. Thanyapanich N, Jimtaisong A. Functional Properties of Banana Starch ( Musa spp .) and Its Utilization in Cosmetics. 2021;1–16.
  12. Risk I, Principles P. The Metabolic Concept of Meal Sequence vs . Satiety : Glycemic and Oxidative Responses with Reference to. 2019;
  13. Syafii F, Gizi J, Kemenkes P. Substitusi tepung pisang termodifikasi pada pembuatan kabusol terhadap kadar gula darah orang dewasa 1. 2019;
  14. No JS. of Nutrition College , Volume Nomor of Nutrition College , Volume Tahun Online di : <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jnc> PENGARUH PEMBERIAN PISANG KEPOK ( Musa paradisiaca forma typical ) Terhadap Kadar Glukosa Darah Pada Tikus. 2015;547–56.
  15. Penyakit KDAN, Rusdi B, Aryani R, Yuniarni U. Aktivitas prebiotik pisang serta efeknya terhadap kesehatan dan penyakit 1. 2023;6(2):172–86.
  16. Perry B, Wang Y. Appetite regulation and weight control : the role of gut hormones. 2012;2(1):e26-7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/nutd.2011.21>
  17. Aukan MI, Simpson MR, Coutinho S, Martins C, Pedersen SA. Differences in gastrointestinal hormones and appetite ratings between individuals with and without obesity — A systematic review and meta-analysis. 2023;(June 2022):1–18.
  18. Snelson M, Jong J, Manolas D, Kok S, Louise A, Stern R, et al. nutrients Metabolic Effects of Resistant Starch Type 2 : A Systematic Literature Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. 2019;
  19. Luiza M, Gomez PA, Cristina M, Lui Y, Negrini JAE. Impact of resistant starch from unripe banana flour on hunger , satiety , and glucose homeostasis in healthy volunteers. J Funct Foods [Internet]. 2016;24:63–74. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jff.2016.04.001>
  20. Musita N. Kajian kandungan dan karakteristiknya pati resisten dari berbagai varietas pisang. 2012;57–65.
  21. Lu F, Macpherson CW, Tremblay J, Iskandar MM, Kubow S. Anthocyanin-rich blue potato meals protect against polychlorinated biphenyl-mediated disruption of short-chain fatty acid production and gut microbiota profiles in a simulated human digestion model. 2023;(May):1–14.
  22. Ray SK, Mukherjee S. Evolving Interplay Between Dietary Polyphenols and Gut Microbiota — An Emerging Importance in Healthcare. 2021;8(May):1–18.
  23. Sansone M, Cláudia A, Brito M, Misuzu T, Roberto J. The water-soluble non-starch polysaccharides from bananas display immunomodulatory properties on cultured macrophages. FRIN [Internet]. 2016;87:125–33. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2016.07.003>
  24. Triglicerida K, Sprague T, Pra D, Metabolik S. of Nutrition College , Volume Nomor of Nutrition College , Volume Tahun Online di : <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jnc>. 2015;m:585–92.
  25. Novianti C, Heryani A. Article Review Potensi  $\beta$  -karoten pada Buah Pisang untuk Meningkatkan Sistem Imun Tubuh Selama Menghadapi Masa Pandemi COVID-19. 2021;(April).
  26. Singh B, Singh JP, Kaur A, Singh N. Bioactive compounds in banana and their associated health benefits &#x02013; a review. FOOD Chem [Internet]. 2016; Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.03.033>

27. Hypercia K, Regnier T, Meiring B, Cuthbert O, Ashim T. Scientia Horticulturae Musa species variation , production , and the application of its processed flour : A review. Sci Hortic (Amsterdam) [Internet]. 2024;325(November 2023):112688. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112688>
28. Fu X, Cheng S, Liao Y, Huang B, Du B, Zeng W, et al. Comparative analysis of pigments in red and yellow banana fruit [Internet]. Food Chemistry. 2017. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.07.046>
29. Jideani AIO. Banana Bioactives : Absorption , Utilisation and Health Benefits.
30. Musa G, Potency T, Banana G, Suryanto E, Momuat LI, Taroreh M, et al. POTENSI SENYAWA POLIFENOL ANTIOKSIDAN DARI PISANG. 2011;31(4).
31. Metode D, Densitometri KLT. PISANG ( Musa paradisiaca , Linn .) SEBAGAI PREBIOTIK.
32. Nieman DC, Gillitt ND, Sha W, Esposito D, Ramamoorthy S. Metabolic recovery from heavy exertion following banana compared to sugar beverage or water only ingestion : A randomized , crossover trial. 2018;1–25.
33. 1 , 2 1,2. 2023;4:8–17.
34. Daru T, Tugon A, Larasati RD, Adnan S, Sucimilawati E. Characterization of Banana Peel Pectin ( Musa acuminata Colla ) as a Potential Halal Pharmaceutical Excipient. 5(752).
35. Valérie C, Tsamo P, Herent M, Tomekpe K, Happi T, Quetin-leclercq J, et al. Phenolic profiling in the pulp and peel of nine plantain cultivars ( Musa sp .). 2015;167:197–204.
36. Bashmil YM, Ali A, Bk A, Dunshea FR. Screening and Characterization of Phenolic Compounds from Australian Grown Bananas and Their Antioxidant Capacity. 2021;1–20.
37. Ruhdiana T, Pertiwi S, Sandi H, Ruhdiana T, Pertiwi S, Sandi H, et al. KANDUNGAN GIZI PISANG KEPOK ( Musa paradisiaca Linn ). 2(1):3503–8.
38. Content N, Carotene B, Flour LB. Kandungan Gizi , Beta Karoten dan Antioksidan pada Tepung Pisang Tongka Langit ( Musa troglodytarum L .). 2019;39(1):48–53.
39. Afzal MF, Khalid W, Akram S, Khalid A, Zubair M, Kauser S, et al. Bioactive profile and functional food applications of banana in food sectors and health : a review. Int J Food Prop [Internet]. 2022;25(1):2286–300. Available from: <https://doi.org/10.1080/10942912.2022.2130940>
40. Mahardika NP, Zuraida R, Kedokteran F, Lampung U, Gizi B, Kedokteran F, et al. Vitamin C pada Pisang Ambon ( Musa paradisiaca S .) dan Anemia Defisiensi Besi Vitamin C in Pisang Ambon ( Musapadisiaca S .) and Iron Deficiency Anemia. 2016;5:124–7.
41. Agroekoteknologi PS, Pertanian F, Udayana U. Identifikasi Karakter Morfologi dan Analisis Kandungan Nutrisi Buah Pisang Mas , Buluh , dan Lumut Lokal Bali Identification of Morphological Characters and Fruits Nutrient. 2023;13(1):27–39.
42. Ternak SE, Lampung P, Nutrien K. Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu. 2023;11(July):106–20.
43. Marta H, Cahyana Y, Djali M, Prama fisi G. The Properties , Modification , and Application of Banana Starch. 2022;1–20.
44. Pertanian MF, Hasanuddin U. 92 POTENSI PATI RESISTEN DARI BERBAGAI JENIS PISANG – A REVIEW ( Potential Resisten Starch Prepared by Banana – A Review ) Andi Nur Fajri Suloi 1\* ). :92–6.
45. Plantain ML, Afolayan AJ. Comparative Evaluation of the Nutritive, Mineral, and Antinutritive Composition of Musa sinensis L. (Banana) and Musa paradisiaca L. (Plantain) Fruit Compartments. 2019;
46. Li Z, Guo K, Lin L, He W, Zhang L. Comparison of Physicochemical Properties of Starches from Flesh and Peel of Green Banana Fruit. 2018;1–15.
47. Jaiturong P, Laosirisathian N, Sirithunyalug B. Heliyon Physicochemical and prebiotic properties of resistant starch from Musa sapientum Linn ., ABB group , cv . Kluai Namwa Luang. Heliyon [Internet].

- 2020;6(October):e05789. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05789>
48. Zahra F, Khalid S, Aslam M, Sharmeen Z. Health benefits of banana (Musa) - A review study Health benefits of banana (Musa) - A review study The University of Lahore, Pakistan. 2021;(June).
  49. Slavin J. Fiber and Prebiotics: Mechanisms and Health Benefits. 2013;1417–35.
  50. Hardisari R, Amaliawati N. Manfaat Prebiotik Tepung Pisang Kepok (Musa paradisiaca formatypica) terhadap Pertumbuhan Probiotik Lactobacillus casei secara In Vitro. 2016;5(2).
  51. Moris JM, Heinold C, Blades A, Koh Y. Nutrient-Based Appetite Regulation. 2022;161–8.
  52. Pareek S. Nutritional and Biochemical Composition of Banana (Musa spp.) Cultivars [Internet]. Nutritional Composition of Fruit Cultivars. Elsevier Inc.; 49–81 p. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-408117-8.00003-9>
  53. Vilela C, Santos SAO, Villaverde JJ, Oliveira L, Nunes A, Cordeiro N, et al. Lipophilic phytochemicals from banana fruits of several Musa species. FOOD Chem [Internet]. 2014;162:247–52. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.04.050>
  54. Ayu R, Sartika D. Pengaruh Asam Lemak Jenuh, Tidak Jenuh dan Asam Lemak Trans terhadap Kesehatan. 16424.
  55. Maljaars J, Romeyn EA, Haddeman E, Peters HPF, Masclee AAM. Effect of fat saturation on satiety, hormone release, and food intake 1–3. 2009;1019–24.
  56. Liang A, Leonard W, Beasley JT, Fang Z, Liang A, Leonard W, et al. Anthocyanin-gut microbiota-health axis: A review. Crit Rev Food Sci Nutr [Internet]. 2023;0(0):1–26. Available from: <https://doi.org/10.1080/10408398.2023.2187212>
  57. Roh E, Choi KM. Hormonal Gut – Brain Signaling for the Treatment of Obesity. 2023;1–17.
  58. Jamar G, Pisani LP. Review Article Contribution of anthocyanin-rich foods in obesity control through gut microbiota interactions. :1–10.
  59. Santos-marcos JA, Perez-jimenez F, Camargo A. ScienceDirect The role of diet and intestinal microbiota in the development of metabolic syndrome. J Nutr Biochem [Internet]. 2019;70:1–27. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2019.03.017>
  60. Hanhineva K, Törrönen R, Bondia-pons I, Pekkinen J. Impact of Dietary Polyphenols on Carbohydrate Metabolism. 2010;1365–402.
  61. Suzuki K, Jayasena CN, Bloom SR. The Gut Hormones in Appetite Regulation. 2011;2011.
  62. Batterham R, Cowley MA, Small C, Herzog H, Batterham RL, Cowley MA, et al. Gut hormone PYY 3-36 physiologically inhibits food intake. (April 2016).
  63. Zander M, Madsbad S, Madsen JL, Holst JJ. Effect of 6-week course of glucagon-like peptide 1 on glycaemic control, insulin sensitivity, and  $\beta$ -cell function in type 2 diabetes: a parallel-group study. 2002;359:824–30.
  64. Prihandini PW, Maharani D. Gen Melanocortin-4 Receptor (MC4R) sebagai Gen Utama untuk Seleksi Pertumbuhan Cepat pada Sapi Potong (Melanocortin-4 Receptor (MC4R) Gene as the Main Gene for Rapid Growth Selection in Beef Cattle). 2019;29(2):85–96.
  65. Silva A De, Bloom SR. Gut Hormones and Appetite Control: A Focus on PYY and GLP-1 as Therapeutic Targets in Obesity. 2012;6(1):10–20.
  66. Bliss ES, Whiteside E. The Gut-Brain Axis, the Human Gut Microbiota and Their Integration in the Development of Obesity. 2018;9(July).
  67. Sari NN, Arumsari A, Farmasi P, Matematika F, Alam P. Studi Literatur Metode Ekstraksi Pektin dari Beberapa Sumber Limbah Kulit Buah. :55–63.
  68. Adam CL, Williams PA, Dalby MJ, Garden K, Thomson LM, Richardson AJ, et al. Different types of soluble fermentable dietary fibre decrease food intake, body

- weight gain and adiposity in young adult male rats. 2014;1–12.
69. Adam CL, Williams PA, Garden KE, Thomson LM, Ross W. Dose-Dependent Effects of a Soluble Dietary Fibre ( Pectin ) on Food Intake , Adiposity , Gut Hypertrophy and Gut Satiety Hormone Secretion in Rats. 2015;1–14.
70. Hamilton CC, Bomhof MR. Oligofructose-Enriched Inulin Consumption Acutely Modifies Markers of Postexercise Appetite. 2023;
71. Journal T, Endocrinology C, Society TE. Printed in U.S.A. 2015;86(May):5992–5.
72. Seminar P, Biodiversitas N, Biologi J, Biologi J. Review Beraneka Ragam Jenis Pisang dan Manfaatnya SURYALITA. 2019;99–101.
73. Loss DW. Clinical Evidence and Mechanisms of High-Protein. 2020;166–73.
74. Rakha A, Mehak F, Shabbir MA, Arslan M, Modassar M, Nawaz A, et al. Insights into the constellating drivers of satiety impacting dietary patterns and lifestyle.
75. Veldhorst MAB, Westerterp KR, Westerterp-plantenga MS. Gluconeogenesis and protein-induced satiety. 2012;595–600.
76. Page AJ, Adelaide R. Oral and gastrointestinal sensing of dietary fat and appetite regulation in humans : modification by diet and obesity. 2010;4(October):1–9.
77. Children P, Lomenick JP, Melguizo MS, Mitchell SL, Summar ML, Anderson JW. Effects of Meals High in Carbohydrate , Protein ,. 2015;94(November 2009):4463–71.
78. Adamska-patruno E, Ostrowska L, Goscik J, Pietraszewska B, Kretowski A, Gorska M. The relationship between the leptin / ghrelin ratio and meals with various macronutrient contents in men with different nutritional status: a randomized crossover study. 2018;1–7.
79. Subjects H. Acute Consumption of Resistant Starch Reduces Food. (Cvd).
80. Rebello CJ, Burton J, Heiman M, Greenway FL. Journal of Diabetes and Its Complications Gastrointestinal microbiome modulator improves glucose tolerance in overweight and obese subjects: A randomized controlled pilot trial. J Diabetes Complications [Internet]. 2015; Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdiacomp.2015.08.023>