

Karakteristik dan Evaluasi Prebiotik Tepung Biji Cempedak (*Artocarpus champeden*)

(Characteristic and Prebiotic Evaluation of Cempedak Seed Flour (*Artocarpus champeden*))

Ummul Khayrah*, Endang Prangdimurti, Lilis Nuraida

(Diterima Juli 2021/Disetujui Maret 2022)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan karakterisasi kimiawi dan mengevaluasi potensi prebiotik dari tepung biji cempedak (*Artocarpus champeden*). Biji cempedak diberi perlakuan perebusan dan penyangraian, lalu dikeringkan dan dibuat tepung. Tepung biji cempedak rebus (BCF), tepung cempedak sangrai (RCF), dan tepung biji cempedak tanpa perlakuan (UCF) dianalisis proksimat, total pati dan profil karbohidrat yang tidak dapat dicerna, yang meliputi pati resistan, total serat pangan, serat pangan tidak larut, dan serat pangan larut. Kadar pati resistan mengalami peningkatan yang signifikan ($p < 0,05$) dari 8% pada UCF menjadi 19% pada BCF maupun RCF. Perlakuan perebusan maupun penyangraian menyebabkan penurunan kadar SDF dan meningkatkan kadar IDF. Ketahanan pati terhadap hidrolisis oleh cairan asam lambung artifisial mengalami penurunan setelah perebusan. Nilai efek prebiotik (PE) dan indeks prebiotik (PI) menunjukkan nilai positif UCF pada pertumbuhan *L. plantarum* 1-S27202 (PE 0,27; PI 0,68) dan nilai positif-BCF pada pertumbuhan *L. rhamnosus* R23 (PE 0,18; PI 0,44).

Kata kunci: *Artocarpus champeden*, biji cempedak, pati resistan, serat pangan, prebiotik

ABSTRACT

This study aims to carry out chemical characterization and evaluate the prebiotic potential of cempedak (*Artocarpus champeden*) seed flour. Cempedak seeds were processed by boiling and roasting, then dried and grinded. Boiled cempedak seed flour (BCF), roasted cempedak flour (RCF), and untreated cempedak seed flour (UCF) were analyzed proximately and measured the profiles of total starch and undigestible carbohydrates, which included resistant starch, total dietary fiber, insoluble dietary fiber, and soluble dietary fiber. Resistant starch content increased significantly ($p < 0.05$) from 8% in UCF to 19% in BCF and RCF. Boiling and roasting treatments caused a decrease in SDF levels and an increase in IDF levels. The resistance of starch to hydrolysis by artificial gastric acid decreased after boiling. The value of prebiotic effect (PE) and prebiotic index (PI) showed a positive value of UCF on the growth of *L. plantarum* 1-S27202 (PE 0.27; PI 0.68) and the BCF on the growth of *L. rhamnosus* R23 (PE 0.18; PI 0.44).

Keywords: *Artocarpus champeden*, cempedak seeds, resistant starch, dietary fiber, prebiotic

PENDAHULUAN

Cempedak (*Artocarpus champeden*) merupakan salah satu tanaman lokal Indonesia yang termasuk sebagai salah satu dari keluarga *Moraceae* (nangka-nangkaan) yang secara fisik sangat mirip dengan buah nangka (*Artocarpus heterophyllus*). Buah cempedak banyak tersebar di benua Asia bagian selatan, seperti India dan di bagian tenggara, yakni Indonesia, Myanmar, Thailand, Vietnam, dan Malaysia. Cempedak tergolong sebagai tanaman musiman yang tumbuh pada daerah tropis sehingga disebut sebagai buah tropis. Badan Pusat Statistik (BPS) (2021) melaporkan bahwa data produksi nangka dan cempedak Indonesia pada tahun 2018

sekitar 775.480 ton/tahun, dan mengalami peningkatan di tahun 2019 menjadi 779.859 ton/tahun. Data kedua komoditas tersebut dijadikan satu sehingga tidak ada data khusus cempedak. Peningkatan luas lahan panen nangka dan cempedak di Indonesia juga mengalami pertumbuhan positif sebesar 1,28%, yakni dari 68.156 ha/tahun di tahun 2018 menjadi 69.025 ha/tahun di tahun 2019 (DIRJENHORTI 2020).

Biji buah cempedak memiliki persentase sekitar 31,4% dari keseluruhan bagian buah cempedak matang (Lim *et al.* 2011). Tepung biji cempedak rebus mengandung karbohidrat sekitar 55,64%bk, serat pangan total 26,48%bk, dan pati resistan 14,77%bk (Zabidi dan Aziz 2009). Kandungan serat pangan dan pati resistan pada biji cempedak ini berpotensi sebagai kandidat prebiotik. Prebiotik adalah suatu substrat yang digunakan secara selektif oleh mikroorganisme inang yang memberikan manfaat kesehatan. Serat pangan terdiri atas serat pangan tidak larut dan serat pangan larut. Serat

Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

* Penulis Korespondensi:

Email: ummulkhayrah.19@gmail.com

pangan larut yang mudah difermentasi merupakan kandidat prebiotik (Delcour *et al.* 2016). Pati resistan adalah pati yang tahan dihidrolisis oleh enzim pencernaan manusia. Pati resistan termasuk sebagai kandidat prebiotik karena memiliki sifat fisiologis seperti serat pangan larut yang tidak dicerna pada usus halus dan dapat difermentasi di usus besar (Leszczynski 2004; Lockyer & Nugent 2017). Beberapa jenis substrat yang sudah terbukti memiliki aktivitas sebagai prebiotik adalah air susu ibu (ASI), FOS (*Fructo-oligosaccharide*), GOS (*Galacto-oligosaccharide*), MOS (*Manno-oligosaccharide*), XOS (*Xylo-oligosaccharide*), dan serat pangan yang mudah difermentasi (Gibson *et al.* 2017).

Konsumsi buah cempedak dilakukan pada saat buah telah matang. Pengolahan yang biasa dilakukan pada biji cempedak adalah dengan perebusan dan penyangraian. Proses pengolahan ini tentunya berpengaruh pada komposisi kimia produk, termasuk potensi prebiotiknya. Penelitian terkait karakterisasi dan evaluasi biji cempedak sebagai kandidat prebiotik belum pernah dilaporkan. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan karakterisasi komposisi kimia, profil karbohidrat yang tidak dapat dicerna, dan mengevaluasi potensi prebiotik tepung biji cempedak rebus dan sangrai, dibandingkan dengan tepung mentahnya.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah cempedak matang (*mature*) yang diperoleh dari Perkebunan rakyat di Kampung Babakan Jakarta, Subang, Jawa Barat. Kultur bakteri yang digunakan adalah *Lactobacillus rhamnosus* R23 dan *Lactobacillus plantarum* 1-S27202 yang diperoleh dari SEAFast Centre LPPM IPB.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah oven, tanur, Soxhlet, Kjeldahl, *cabinet dryer*, ayakan 80 mesh, penangas air, sentrifus (Eppendorf 5810R), spektrofotometer UV-VIS (Shimadzu A109349, Japan), timbangan analitik, pH meter, otoklaf, dan inkubator 37°C.

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan dari bulan Maret 2019–Desember 2020 di Laboratorium Ilmu dan Teknologi Pangan (ITP), Fakultas Teknologi Pertanian IPB, SEAFast Centre LPPM IPB, dan F-Technopark IPB.

Pembuatan Tepung Biji Cempedak

Buah cempedak kondisi matang (*mature*) ditimbang dan diukur dimensinya. Buah yang digunakan ini memiliki panjang buah berkisar antara 14–28 cm dan lingkaran tengah buah berkisar antara 29–41 cm. Buah cempedak kemudian dibelah dan dipisahkan bagian-bagiannya, yakni daging, biji, kulit, dan tangkai (bonggol) buahnya, lalu bagian biji dikumpulkan. Biji buah yang bersih kemudian diberi perlakuan, yaitu pemanasan basah (direbus) atau

pemanasan kering (disangrai), masing-masing selama 30 menit. Biji yang telah melalui proses pemanasan lalu dikupas bagian testanya dan diiris tipis (± 2 mm). Hasil irisan dikeringkan menggunakan *cabinet dryer* pada suhu 60°C selama 6–8 jam lalu dihaluskan menggunakan alat penggiling, diayak 80 mesh, dan disimpan dalam wadah tertutup rapat. Sebagai kontrol, digunakan biji tanpa perlakuan yang diiris tipis, lalu dikeringkan dan digiling seperti halnya biji yang diberi perlakuan.

Analisis Komposisi Kimia Tepung Biji Cempedak

Tepung biji cempedak rebus (BCF), sangrai (RCF), dan tanpa perlakuan (UCF) masing-masing dianalisis proksimat yang meliputi kadar air, abu, protein, dan lemak (AOAC 2012). Kadar karbohidrat diperoleh dengan cara *by difference*. Kadar pati total diukur dengan metode hidrolisis asam (Sani *et al.* 2014) dan glukosa yang terbentuk diukur menggunakan metode DNS (3,5 Dinitrosalicylic acid).

Analisis Profil Karbohidrat yang Tidak Dapat Dicerna dari Tepung Biji Cempedak

Profil karbohidrat yang tidak dapat dicerna meliputi kadar pati resistan, kadar serat pangan total (TDF), kadar serat pangan tidak larut (IDF), dan kadar serat pangan larut (SDF). Kadar pati resistan diukur dengan metode enzimatis menggunakan α -amilase (10065 Sigma USA), pepsin (Merck Jerman), dan amiloglukosidase/AMG (A9913 Sigma USA). Glukosa yang terbentuk diukur dengan menggunakan metode GOD-PAP/Glucose oxidase – peroxidase (Dumolab Austria) (Goni *et al.* 1996). Profil serat pangan diukur dengan metode enzimatis-gravimetri, yaitu TDF (AOAC 985.29 2012) dan IDF (AOAC 991.42 2012) menggunakan enzim α -amilase (termamyl; A3306 Sigma USA), protease (P4630 Sigma USA), dan AMG (A9913 Sigma USA). SDF dihitung berdasarkan selisih antara TDF dan IDF. Berdasarkan profil karbohidrat yang tidak dapat dicerna maka dipilih 1 jenis tepung untuk dievaluasi potensi prebiotiknya yang meliputi pengujian ketahanan terhadap cairan asam lambung artificial, serta pengujian efek dan indeks prebiotik.

Pengujian Ketahanan Tepung Biji Cempedak terhadap Cairan Asam Lambung Artificial

Ketahanan terhadap cairan asam lambung tepung biji cempedak terpilih dan tepung UCF dilakukan menggunakan cairan asam lambung artificial (buffer asam hidroklorida) pada 4 taraf pH (pH 1, pH 2, pH 3, dan pH 4) dan suhu 37°C selama 6 jam. Ketahanan terhadap cairan asam lambung artificial dinyatakan dalam persen pati terhidrolisis (Wichienchot *et al.* 2010) pada 0, 0.5, 1, 2, 4, dan 6 jam. Persentase hidrolisis dihitung dengan membandingkan antara kadar gula pereduksi hasil hidrolisis dan total pati. Kadar gula pereduksi diukur menggunakan asam dinitrosalisilat, sedangkan total pati dianalisis dengan cara hidrolisis asam dan diukur dengan metode Anthrone (Al Kayyis & Susanti 2016). Jumlah pati terhidrolisis dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Pati terhidrolisis (\%)} = \frac{\text{gula pereduksi yang dilepaskan}}{\text{total pati}} \times 100$$

Pengujian Efek Prebiotik (PE) dan Indeks Prebiotik (PI)

Sebelum dilakukan pengujian sifat prebiotik secara *in vitro*, tepung terlebih dahulu dibebaskan dari gula-gula sederhananya melalui pencucian berulang menggunakan etanol 80%. Evaluasi sifat prebiotik diawali dengan fermentasi tepung terpilih (sebanyak 2%) secara *in vitro* (Wang *et al.* 2010a) menggunakan kultur bakteri asam laktat *Lactobacillus rhamnosus* R23 (7 log cfu/ml) dan *Lactobacillus plantarum* 1-S27202 (7 log cfu/ml) pada media fermentasi basal (mMRSB) (DeMan *et al.* 1960). Pengukuran pH dan jumlah bakteri dilakukan pada waktu 0, 24, dan 48 jam fermentasi. Hasil pengamatan kemudian digunakan untuk menghitung efek dan indeks prebiotik (pada 24 jam) dengan rumus:

$$\text{Efek Prebiotik (PE)} = \text{Log (cfu/mL) tepung} - \text{Log (cfu/mL) mMRSB}$$

$$\text{Indeks Prebiotik (PI)} = \frac{\text{PE}}{\text{bobot tepung (g)}}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Bagian Buah Cempedak

Bagian buah cempedak terdiri atas bagian kulit, daging, biji, dan bonggol. Persentase bagian buah mulai dari yang tertinggi hingga yang terendah adalah kulit (34,8–63,5%), daging buah (16,4–38,7%), biji (12,5–25,7), dan bonggol (3,6–7,5%). Biji buah cempedak Subang ini memiliki persentase 12–25% dari total bobot buahnya. Bin Arif *et al.* (2014) juga melaporkan bobot biji cempedak lokal di Bogor mencapai sekitar 25% dari total bobot buah keseluruhan. Almeida *et al.* (2018) menyebutkan bahwa bagian yang dapat dimakan termasuk daging dan biji buah cempedak adalah sekitar 25–50% dari total bobot buah segarnya. Proporsi biji buah

cempedak yang cukup besar ini menunjukkan potensinya untuk digunakan dalam pengembangan produk pangan.

Komposisi Kimia Tepung Biji Cempedak

Hasil analisis proksimat tepung biji cempedak disajikan pada Tabel 1. Perlakuan pemanasan pada biji cempedak secara umum mengubah komposisi kimia tepung biji cempedak. Perebusan dapat mengakibatkan terjadinya *leaching* mineral dan protein ke dalam air perebusan sehingga kadar abu dan protein tepung BCF lebih rendah dibandingkan tepung lainnya. Kadar lemak tepung biji cempedak sangrai (RCF) lebih tinggi dibandingkan tepung lainnya. Diduga karena penyangraian mengakibatkan lemak lebih mudah terekstrak, sebagaimana yang dikemukakan oleh Akinoso & Suleiman (2011) bahwa perlakuan pemanasan kering dapat menyebabkan degradasi pada dinding sel sehingga lemak mudah terekstrak keluar. Adanya perubahan komposisi nonkarbohidrat (abu, lemak, dan protein) mengakibatkan perbedaan kadar karbohidrat yang dihitung menggunakan selisih (*by difference*).

Proses penyangraian menyebabkan kadar pati RCF mengalami penurunan dibandingkan tepung lainnya. Penurunan ini kemungkinan diakibatkan adanya interaksi antara pati dengan komponen nonpati. Interaksi ini dikemukakan oleh Sun *et al.* (2014) bahwa komponen non-pati berinteraksi dengan granula pati dan melekat pada permukaan granula tersebut selama proses pemanasan kering.

Profil Karbohidrat yang Tidak dapat Dicerna dari Tepung Biji Cempedak

Pati resistan termasuk sebagai fraksi pati yang tidak dihidrolisis menjadi D-glukosa di usus halus dalam waktu 120 menit setelah dikonsumsi, tetapi mampu difermentasi oleh mikroba di dalam usus besar atau kolon (Fuentes-Zaragoza *et al.* 2010; Lockyer & Nugent 2017). Kandungan pati resistan pada tepung biji cempedak dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1 Komposisi kimia tepung biji cempedak tanpa perlakuan (UCF), rebus (BCF), dan sangrai (RCF)

Kadar	UCF	BCF	RCF
Air (%bb)	7,82±0,37 ^a	7,71±0,53 ^a	7,20±0,53 ^a
Abu (%bk)	2,89±0,09 ^b	2,43±0,07 ^a	3,26±0,05 ^c
Lemak (%bk)	2,73±0,42 ^a	2,17±0,66 ^a	4,69±0,39 ^b
Protein (%bk)	13,86±0,34 ^c	12,62±0,16 ^a	13,29±0,45 ^b
Karbohidrat (%bk)	80,52±0,42 ^b	82,78±0,65 ^c	78,76±0,33 ^a
Pati (%bk)	66,56±1,58 ^b	65,33±0,98 ^b	60,53±1,03 ^a

Keterangan: Nilai merupakan rata-rata±standar deviasi (n= 4). Nilai dengan huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata (p<0,05), *one way ANOVA*, uji lanjut BNT. bb = Berat basah dan bk = Berat kering.

Tabel 2 Karakteristik kimiawi karbohidrat yang tidak dapat dicerna tepung biji cempedak tanpa perlakuan (UCF), rebus (BCF), dan sangrai (RCF)

Kadar	UCF	BCF	RCF
Pati resistan (%bk)	8.61±1.55 ^a	19.68±0.40 ^b	19.90±0.24 ^b
Serat pangan total (%bk)	24.66±0.34 ^a	29.47±0.51 ^c	28.46±0.01 ^b
Serat pangan tidak larut (%bk)	13.90±0.80 ^a	21.43±0.09 ^b	20.72±0.03 ^b
Serat pangan larut (%bk)	10.75±0.81 ^b	8.04±0.57 ^a	7.74±0.04 ^a

Keterangan: Nilai merupakan rata-rata±standar deviasi (n= 4). Nilai dengan huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata (p<0,05), *one way ANOVA*, uji lanjut BNT. bk = Berat kering.

Tabel 2 menunjukkan adanya peningkatan kadar pati resistan yang signifikan setelah diberi perlakuan perebusan maupun penyangraian. Peningkatan pati resistan pada BCF diperkirakan karena pembentukan pati teretrogradasi yang tahan (resistan) terhadap enzim pencernaan (Narwojsz *et al.* 2020) atau yang dikenal dengan RS tipe 3. Kadar pati resistan RCF meningkat diduga karena adanya ikatan yang terjadi antara molekul non-pati dengan pati, ataupun antar-pati sehingga daya cernanya menurun. Pemanasan kering menyebabkan adanya peningkatan interaksi antara rantai-rantai molekul pati selama proses pemanasan (Liu *et al.* 2019).

Tabel 2 menunjukkan kadar serat pangan larut (SDF) mengalami penurunan, sebaliknya kadar serat pangan tidak larut (IDF) mengalami peningkatan setelah pemanasan. Perebusan menyebabkan sejumlah padatan yang larut air, termasuk serat pangan larut (SDF), bermigrasi ke dalam air rebusan sehingga kadarnya pada BCF menurun. Proses perebusan menyebabkan terjadinya perubahan struktur dinding sel tanaman ataupun adanya interaksi antara protein dan serat pangan sehingga mengurangi kelarutan serat pangan dan menjadi bagian dari fraksi serat pangan tidak larut (Wang *et al.* 2010b). Diduga hal ini yang menyebabkan peningkatan kadar IDF. Pati resistan bersifat tidak larut air sehingga peningkatan kadar pati resistan akan mengakibatkan peningkatan kadar IDF pada BCF dan RCF.

Potensi prebiotik yang diharapkan dari biji buah cempedak pada penelitian ini berasal dari komposisi karbohidrat yang tidak dapat dicerna, terutama pati resistan dan serat pangan larut (SDF). Oligosakarida juga merupakan sumber prebiotik, namun tidak

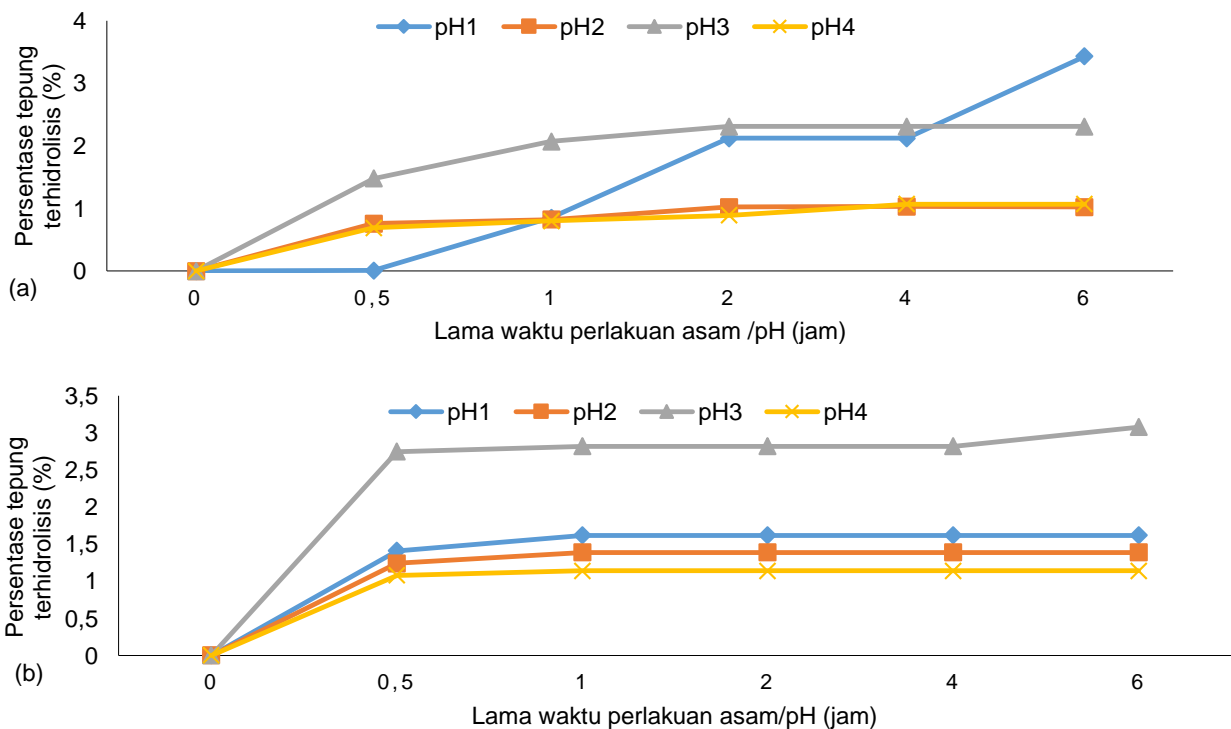
dianalisis pada penelitian ini. Karbohidrat yang tidak dapat dicerna merupakan salah satu sumber prebiotik yang dapat difermentasi oleh mikroba (probiotik) pada saluran pencernaan (Kostic *et al.* 2014). Kadar pati resistan antara tepung BCF dan RCF menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata. Pembuatan tepung BCF juga lebih praktis dibandingkan RCF. Pertimbangan tersebut menjadi dasar pemilihan tepung BCF untuk pengujian potensi prebiotiknya.

Kadar serat pangan dan pati resistan BCF yang diperoleh pada penelitian ini berturut-turut 29,47%bk dan 19,68%bk. Nilai ini lebih besar dibandingkan hasil yang dilaporkan oleh Zabidi & Aziz (2009), yaitu kadar serat pangan tepung biji cempedak rebus 26,48%bk dan pati resistannya sebesar 14,77%bk. Hal ini kemungkinan disebabkan karena adanya perbedaan proses penepungan yang dilakukan serta jenis varietas cempedak yang digunakan memengaruhi kandungan suatu bahan pangan.

Ketahanan Tepung Biji Cempedak terhadap Cairan Asam Lambung Artifisial

Salah satu syarat prebiotik adalah ketahanannya terhadap cairan asam lambung sehingga prebiotik dapat lolos mencapai usus dan dapat dimanfaatkan oleh mikrobiota usus. Ketahanan terhadap cairan lambung ditunjukkan oleh persentase pati terhidrolisis yang rendah pada kondisi asam.

Cairan asam lambung manusia pada saat mencerna makanan adalah sekitar pH 2–4 dan dicerna selama 2 jam pada pH tersebut (Wichienchot 2010). Gambar 1a menunjukkan persentase pati UCF yang terhidrolisis oleh cairan asam lambung artifisial, terlihat bahwa setelah 2 jam (pH 2–3) terdapat sekitar



Gambar 1 Resistansi tepung biji cempedak (a) Tepung UCF, dan (b) tepung BCF terhadap cairan asam lambung artifisial pada beberapa taraf pH selama 6 waktu.

1,0–2,3% pati UCF terhidrolisis sehingga terdapat sekitar 97,7–99% pati yang dapat diteruskan ke saluran usus. Gambar 1b menunjukkan persentase pati BCF yang terhidrolisis setelah 2 jam (pH 2–3) adalah 1,4–2,8%, atau sekitar 97,2–98,6% pati yang dapat diteruskan ke saluran usus. Resistansi UCF lebih tinggi dibandingkan dengan BCF dan hal ini diduga karena tipe RS yang terdapat pada UCF berbeda dari BCF. UCF mengandung RS tipe 2 karena UCF tidak mengalami pemanasan sehingga pati belum tergelatinisasi atau masih terdapat di dalam granula pati. Sementara itu, BCF diduga mengandung RS tipe 3 dikarenakan pati sudah tergelatinisasi dan kemudian teretrogradasi membentuk RS tipe 3. Nagahata *et al.* (2013) melaporkan bahwa granula pati meskipun telah dihidrolisis oleh HCl 1,5% selama 24 jam masih menunjukkan bentuk asli granula patinya. Tingkat gelatinisasi dari suatu substrat akan sangat memengaruhi daya cerna pati (Nadia *et al.* 2020). Perbedaan ini juga dapat disebabkan oleh kandungan pati resistan yang berbeda antara UCF dan BCF, dengan kadar pada BCF lebih tinggi dibandingkan pada UCF (Tabel 2). Menurut Fuentes-Zaragoza *et al.* (2010) bahwa pati resistan merupakan pati yang tahan terhadap hidrolisis enzim pencernaan dan tahan terhadap cairan asam lambung.

Hasil Fermentasi dengan Kultur Bakteri Asam Laktat^(b)

Tepung biji cempedak kontrol UCF dan tepung terpilih BCF dijadikan sebagai sumber karbon bagi pertumbuhan 2 jenis kultur kandidat probiotik, yakni *Lactobacillus rhamnosus* R23 dan *Lactobacillus plantarum* 1-S27202 selama 48 jam. FOS dan inulin digunakan sebagai kontrol positif, sedangkan media tanpa glukosa digunakan sebagai kontrol negatif. Tabel 3 menunjukkan bahwa fermentasi hingga 24

jam dan 48 jam mengakibatkan penurunan pH pada semua perlakuan. Penurunan pH ini diduga sebagai akibat adanya pembentukan SCFA (*Short Chain Fatty Acid*) sebagai hasil fermentasi dari masing-masing BAL terhadap media prebiotik. Nilai selisih (Δ) pH dari UCF dan BCF lebih rendah dibandingkan FOS maupun inulin, yang menunjukkan bahwa UCF maupun BCF belum digunakan dengan baik oleh BAL.

Data hasil fermentasi kultur tunggal BAL juga diperoleh jumlah koloni BAL. Jumlah pertumbuhan (Log (cfu/ml)) selama 24 jam digunakan untuk melihat efek dan indeks prebiotik dari masing-masing prebiotik. Perhitungan nilai efek dan indeks prebiotik merupakan salah satu parameter yang dapat digunakan untuk melihat kemampuan suatu substrat sebagai kandidat prebiotik. Efek prebiotik merupakan selisih dari nilai pertumbuhan BAL pada media prebiotik dan pada media tanpa prebiotik dan dianggap sebagai angka peningkatan populasi BAL. Sementara itu, indeks prebiotik merupakan nilai yang menunjukkan peningkatan populasi BAL yang dikaitkan dengan konsentrasi prebiotik pada media pertumbuhan (Roberfroid 2007). Nilai efek dan indeks prebiotik tepung terpilih (BCF) dan kontrol positif dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 menunjukkan bahwa kedua mikrob dapat tumbuh dengan baik pada kedua media kontrol, yaitu FOS dan inulin. Akan tetapi, pertumbuhan kedua mikrob pada media berisi UCF dan BCF tidak setinggi kontrol. Hal ini diduga karena adanya perbedaan jumlah dan komposisi prebiotik yang terdapat pada UCF dan BCF dibandingkan dengan pada kontrol FOS dan inulin. BCF dan UCF memberi efek yang berbeda pada pertumbuhan kedua BAL. BCF menunjukkan efek prebiotik yang lebih baik untuk kultur *L. rhamnosus*, sedangkan UCF memiliki efek prebiotik yang lebih baik untuk *L. plantarum*. Hal ini

Tabel 3 Nilai Δ pH hasil fermentasi dengan kultur BAL pada 0, 24, dan 48 jam

Jenis prebiotik	<i>L.rhamnosus</i> R23		<i>L.plantarum</i> 1-S27202	
	0–24	0–48	0–24	0–48
T ₂ (a) glukosa	0,46±0,01 ^b	0,48±0,02 ^a	0,50±0,01 ^a	0,55±0,01 ^a
Glukosa	2,17±0,01 ^f	2,29±0,01 ^e	2,18±0,01 ^d	2,31±0,01 ^d
FOS	1,30±0,01 ^d	1,30±0,02 ^c	1,42±0,01 ^c	1,44±0,01 ^c
Inulin	1,57±0,01 ^e	1,58±0,01 ^d	1,48±0,07 ^c	1,49±0,07 ^c
UCF	0,50±0,02 ^c	0,62±0,04 ^b	0,45±0,01 ^a	0,55±0,03 ^a
BCF	0,43±0,01 ^a	0,48±0,01 ^a	0,60±0,01 ^b	0,64±0,01 ^b

Keterangan: Nilai merupakan rata-rata±standar deviasi. Nilai dengan huruf yang berbeda pada kolom (huruf kecil) yang sama menunjukkan berbeda nyata ($p<0,05$), one way ANOVA, uji lanjut BNT. BAL = Bakteri Asam Laktat, FOS = *Fructo-oligosaccharides*, UCF = *Untreated Cempedak seed Flour*, dan BCF = *Boiled Cempedak seed Flour*.

Tabel 4 Nilai efek dan indeks prebiotik UCF, BCF, dan kontrol positif pada jam ke-24

Jenis prebiotik	<i>L.rhamnosus</i> R23		<i>L.plantarum</i> 1-1-S27202	
	Efek prebiotik	Indeks prebiotik	Efek prebiotik	Indeks prebiotik
FOS	0,960 ^d	2,400 ^d	0,430 ^c	1,070 ^c
Inulin	0,280 ^c	0,700 ^c	0,680 ^d	1,700 ^d
UCF	-0,390 ^a	-0,970 ^a	0,270 ^b	0,680 ^b
BCF	0,180 ^b	0,440 ^b	0,002 ^a	0,006 ^a

Keterangan: Nilai merupakan rata-rata±standar deviasi. Nilai dengan huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($p<0,05$), one way ANOVA, uji lanjut BNT. FOS = *Fructo-oligosaccharides*, UCF = *Untreated Cempedak seed Flour*, dan BCF = *Boiled Cempedak seed Flour*.

Tabel 5 Nilai derajat polimerisasi jenis prebiotik yang digunakan

Jenis prebiotik	FOS (PT.IMCD)	Inulin (Orafti GR) (98%)	UCF	BCF
Derajat Polimerisasi	3–5 ^a	>10 ^b	9	7

Keterangan: ^a FOS komersil pada Yuliana *et al.* (2014); ^b deskripsi label produk. FOS = *Fructo-oligosaccharides*, UCF = *Untreated Cempedak seed Flour*, dan BCF = *Boiled Cempedak seed Flour*.

diduga ada hubungannya dengan derajat polimerisasi, yaitu BCF memiliki derajat polimerisasi yang lebih rendah dibandingkan UCF (Tabel 5). Jika membandingkan dengan kontrol FOS dan inulin, *L. rhamnonus* juga tumbuh lebih baik pada FOS yang memiliki derajat polimerisasi yang lebih rendah dibandingkan inulin, dan sebaliknya *L. plantarum* tumbuh lebih baik pada inulin dibandingkan FOS. FOS merupakan oligosakarida rantai pendek, sedangkan inulin termasuk oligosakarida rantai panjang, yang ditunjukkan oleh derajat polimerisasinya pada Tabel 4. Semakin pendek rantai oligosakarida maka semakin mudah mikroba menggunakannya sebagai sumber karbon (Shim 2005; Li *et al.* 2015). Berdasarkan data penurunan pH dan pertumbuhan BAL, tepung UCF dan BCF belum menunjukkan potensi prebiotik yang baik. Diperlukan modifikasi proses agar potensi prebiotiknya meningkat.

KESIMPULAN

Perlakuan perebusan maupun penyangraian biji cempedak masing-masing selama 30 menit menghasilkan tepung dengan karakteristik kimia yang berbeda dibandingkan dengan tepung biji cempedak mentah. Kadar abu dan protein tepung biji cempedak rebus lebih rendah dibandingkan tepung biji cempedak mentah. Tepung biji cempedak sangrai memiliki kadar lemak yang lebih tinggi dan kadar pati yang lebih rendah dibandingkan tepung biji cempedak lainnya. Pengolahan mengakibatkan penurunan kadar serat kasar, namun kadar serat kasar tepung biji cempedak rebus tidak berbeda dari tepung biji cempedak sangrai. Nilai efek prebiotik (PE) dan indeks prebiotik (PI) pada tepung biji cempedak mentah dan tepung biji cempedak rebus menunjukkan nilai yang rendah. Meskipun perebusan selama 30 menit dapat meningkatkan kandungan pati resistan biji cempedak, peningkatan ini belum mampu meningkatkan potensi prebiotiknya.

DAFTAR PUSTAKA

[AOAC] Association of Official Analytical Chemists. 2012. *Official Methods of Analysis*. Washington (DC): Benjamin Franklin Station.

[BPS] Badan Pusat Statistik. 2021. Produksi tanaman buah-buahan melalui tabel dinamis. Jakarta (ID).

[DIRJENHORTI] Direktorat Jenderal Hortikultura. 2020. Statistik produksi hortikultura berdasarkan indikator. Jakarta (ID).

Akinoso R, Suleiman A. 2011. Heat treatment effects on extraction of roselle (*Hibiscus sabdariffa L*) seed oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 113(12): 1527–1532. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201100067>

Al Kayyis HK, Susanti H. 2016. Perbandingan metode somogyi-nelson dan anthrone-sulfat pada penetapan kadar gula pereduksi dalam umbi cilembu (*Ipomea batatas L.*). *J Sains Farm Klin*. 13(2): 81–89. <https://doi.org/10.24071/jpsc.2016.130206>

Almeida LMM, de Souza KO, de Oliveira SE. 2018. Cempedak (*Artocarpus champeden*). *Exotic Fruits*. 121–127. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803138-4.00017-4>

Bin Arif A, Diyono W, Syaefullah E, Suyanti, Setyadjit. 2014. *Optimalisasi cara pemeraman buah cempedak (Artocarpus champeden)*. *Informatika Pertanian*. 23(1): 35–46. <https://doi.org/10.21082/ip.v23n1.2014.p35-46>

Delcour JA, Aman P, Courtin CM, Hamaker BR, Verbeke K. Prebiotics, Fermentable dietary fiber and health claim. 2016. *Advances in Nutrition*. 7(1): 1–4. <https://doi.org/10.3945/an.115.010546>

DeMan JC, Rogosa M, Sharpe ME. 1960. A medium for the cultivation of lactobacilli. *Journal of Applied Bacteriology*. 23(1): 130–135. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1960.tb00188.x>

Fuentes-Zaragoza FE, Riquelme NMJ, Sánchez ZE, Pérez AJA. 2010. A review: Resistant starch as functional ingredient. *Food Research International*. 43: 931–942. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.02.004>

Gibson GR, Hutkins R, Sanders ME, Prescott SL, Reimer RA, Salminen SJ, Scott K, Stanton C, Swanson KS, Cani PD *et al.* 2017. Expert consensus document :The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nature*. 14: 491–502. <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2017.75>

Goni I, García-Diz L, Mañas E, Saura-Calixto F. 1996. Analysis of resistant starch: A method for foods and food products. *Journal Food Chemistry*. 56: 445–449. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(95\)00222-7](https://doi.org/10.1016/0308-8146(95)00222-7)

Kostic AD, Xavier RJ, Gevers D. 2014. The microbiome in inflammatory bowel disease: Current status and the future ahead. *Gastroenterology*. 146(6): 1489–1499. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2014.02.009>

- Leszczynski W. 2004. Resistant starch-classification, structure, production. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*. 54(1s): 37–50.
- Li W, Zhang J, Yu C, Li Q, Dong F, Wang G, Guo Z. 2015. Extraction, degree of polymerization determination and prebiotik effect evaluation of inulin from Jerusalem artichoke. *Carbohydrate Polymers*. 121: 315–319. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.12.055>
- Lim LBL, Chieng HI, Wimmer FL. 2011. Nutrient composition of *Artocarpus champedon* and its hybrid (*Nanchem*) in Negara Brunei Darussalam. *ASEAN Journal on Science and Technology for Development*. 28(2): 122–138. <https://doi.org/10.29037/ajstd.39>
- Liu K, Hao Y, Chen Y, Gao Q. 2019. Effects of dry heat treatment on the structure and physicochemical properties of waxy potato starch. *International Journal of Biological Macromolecules*. 132: 1044–1050. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.03.146>
- Lockyer S, Nugent AP. 2017. A review: Health effects of resistant starch. *Nut Bull*. 1–32. <https://doi.org/10.1111/nbu.12244>
- Nadia J, Bronlund J, Singh RP, Singh H, Bornhorst GM. 2021. Structural breakdown of starch-based foods during gastric digestion and its link to glycemic response: In vivo and in vitro considerations. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 20(3): 2660–2698. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12749>
- Nagahata Y, Kobayashi I, Goto M, Nakaura Y, Inouchi N. 2013. The Formation of Resistant Starch during Acid Hydrolysis of High-amylose Corn Starch. *Journal of Applied Glycoscience*. 60(2): 123–130. https://doi.org/10.5458/jag.jag.JAG-2012_008
- Narwojsz A, Borowska EJ, Polak SM, Danowska OM. 2020. Effect of different methods of thermal treatment on starch and bioactive compounds of potato. *Plant Foods for Human Nutrition*. 75: 298–304. <https://doi.org/10.1007/s11130-020-00808-0>
- Roberfroid M. 2007. Prebiotics : The concept revisited. *The Journal of Nutrition*. 137: 830S–837S. <https://doi.org/10.1093/jn/137.3.830S>
- Sani W, Iswadi, Samingan. 2014. *Kandungan pati pada bonggol pisang*. Di dalam: Adlim, Arrijani, Syaokani, Rambitan VMM, Vitner Y, editor. *Optimalisasi Penelitian Biologi dan Kependidikan dalam Konservasi Sumber Daya Alam*; 2014 Des 27; Banda Aceh, Indonesia. Banda Aceh (ID): *Natural Aceh*. hlm 187–192.
- Shim SB. 2005. *Effects of prebiotics, probiotics and synbiotics in the diet of young pigs*. [Thesis]. Wageningen University.
- Sun Q, Gong M, Li Y, Xiong L. 2014. Effect of dry heat treatment on the physicochemical properties and structure of proso millet flour and starch. *Carbohydrate Polymers*, 110: 128–134. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.03.090>
- Wang J, Sun B, Cao Y, Wang C. 2010a. In vitro fermentation of xylooligosaccharides from wheat bran insoluble dietary fiber by Bifidobacteria. *Carbohydrate Polymers*. 82(2): 419–423. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2010.04.082>
- Wang N, Hatcher DW, Tyler RT, Toews R, Gawalko EJ. 2010b. Effect of cooking on the composition of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and chickpeas (*Cicer arietinum* L.). *Food Research International*. 43(2): 589–594. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.07.012>
- Wichienchot S, Jatupornpipat M, Rastall RA. 2010. Oligosaccharides of pitaya (*dragon fruit*) flesh and their prebiotik properties. *Food Chemistry*. 120: 850–857. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.11.026>
- Yuliana R, Kusdiyantini E, Izzati M. 2014. Potensi tepung umbi dahlia dan ekstrak inulin dahlia sebagai sumber karbon dalam produksi fruktooligosakarida (FOS) Oleh Khamir *Kluyveromyces marxianus* DUECC-Y-003. *Bioma : Berkala Ilmiah Biologi*. 16(1): 39. <https://doi.org/10.14710/bioma.16.1.39-49>
- Zabidi MA, Aziz ANA. 2009. In vitro starch hydrolysis and estimated glycaemic index of bread substituted with different percentage of chempedak (*Artocarpus integer*) seed flour. *Food Chemistry*. 117(1): 64–68. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.03.077>