E-ISSN : 3025-1311
Saintek
https://journal.cib.institute/index.php/kohesi

Kohesi: Jurnal Multidisiplin

Volume 11 No 5 Tahun 2026

KARAKTERISASI PATI RESISTEN DAN OLIGOSAKARIDA UMBI-UMBIAN LOKAL SEBAGAI BAHAN PANGAN BERINDEKS GLIKEMIK RENDAH

Agatha Vidia Oktavia[1], Mas Dwy Novalyza Putry[2], Asti Sella Anasya[3], Ardhanes Danastri Wiyono[4], Carissa Ayu Nur Azizah[5], Frista Maulidya Aryanti[6], Maeva Melinda[7], Yunita Satya Pratiwi[8]
Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Indonesia
E-mail: yunita.satya.tp@upnjatim.ac.id, 25033010066@student.upnjatim.ac.id
Corresponding author: yunita.satya.tp@upnjatim.ac.id

ABSTRACT

Indonesian local tubers have great potential as functional foods with a low glycemic index (GI) due to their content of resistant starch (RS) and non-starch oligosaccharides. This review was conducted using the narrative literature review (NLR) method to examine the characteristics of RS1–RS5 resistant starches, the structure of non-starch oligosaccharides (inulin, raffinose, glucomannan, and lactulose), and the biochemical mechanisms of their resistance to digestion in several local tuber crops, such as purple sweet potatoes, taro, gembili, gadung, and potatoes. Data were obtained from 10–15 national and international scientific journal articles published in the last 10 years via the Google Scholar, PubMed, and ScienceDirect databases. The results of the study indicate that resistant starch content and oligosaccharide structure are significantly influenced by processing methods—such as boiling, extrusion, retrogradation, annealing, and heat-moisture treatment (HMT)—which notably affect the GI values of tuber-based food products. The higher the levels of resistant starch (RS) and oligosaccharides resistant to enzymatic hydrolysis, the lower the resulting glycemic response. These findings confirm the potential of Indonesia's local tubers as raw materials for functional foods with a low glycemic index that can be further developed through processing engineering.

Keywords: resistant starch; oligosaccharides; local tubers; glycemic index; functional foods

ABSTRAK

Umbi-umbian lokal Indonesia berpotensi besar sebagai bahan pangan fungsional berindeks glikemik (IG) rendah karena kandungan pati resisten (resistant starch/RS) dan oligosakarida

Article History
Received: Oktober 2026
Reviewed:Oktober 2026
Published: Oktober 2026

Plagiarism Checker No 237.u873247.fh8374

Copyright : Author
Publish by : Kohesi

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

non-pati yang dimilikinya. Tinjauan ini disusun menggunakan metode narrative literature review (NLR) untuk mengkaji karakteristik pati resisten tipe RS1–RS5, struktur oligosakarida non-pati (inulin, rafinosa, glukomanan, dan laktulosa), serta mekanisme biokimia resistensinya terhadap pencernaan pada beberapa komoditas umbi lokal, seperti ubi jalar ungu, talas, gembili, gadung, dan kentang. Data diperoleh dari 10–15 artikel jurnal ilmiah nasional dan internasional terbitan 10 tahun terakhir melalui basis data Google Scholar, PubMed, dan ScienceDirect. Hasil kajian menunjukkan bahwa kadar pati resisten dan struktur oligosakarida sangat dipengaruhi oleh proses pengolahan, seperti perebusan, ekstrusi, retrogradasi, annealing, dan heat-moisture treatment (HMT), yang secara nyata memengaruhi nilai IG produk pangan berbasis umbi. Semakin tinggi kadar RS dan oligosakarida yang resisten terhadap hidrolisis enzimatik, semakin rendah pula respons glikemik yang dihasilkan. Temuan ini menegaskan potensi umbi-umbian lokal Indonesia sebagai bahan baku pangan fungsional rendah IG yang dapat dikembangkan lebih lanjut melalui rekayasa proses pengolahan.
Kata Kunci: ***pati resisten; oligosakarida; umbi lokal; indeks glikemik; pangan fungsional***

PENDAHULUAN

Karbohidrat merupakan sumber energi utama bagi tubuh manusia. Pati sebagai salah satu polisakarida utama dalam bahan pangan tersusun atas amilosa dan amilopektin dengan struktur yang bervariasi pada setiap jenis tanaman (Fitri & Fitriana, 2020; Navarro dkk., 2019). Struktur pati tersebut berpengaruh terhadap respons glikemik, yaitu perubahan kadar glukosa darah setelah konsumsi makanan. Pangan dengan indeks glikemik (IG) tinggi dapat menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah yang lebih cepat sehingga pengembangan pangan dengan indeks glikemik rendah menjadi salah satu pendekatan yang relevan dalam mendukung pengendalian risiko gangguan metabolik (Afandi dkk., 2021). Urgensi pengembangan pangan tersebut juga berkaitan dengan peningkatan prevalensi diabetes melitus di Indonesia. Berdasarkan data yang dicantumkan dalam makalah, prevalensi diabetes pada penduduk berusia 15 tahun ke atas meningkat dari 10,9% pada Riskesdas 2018 menjadi 11,7% pada Survei Kesehatan Indonesia (SKI) 2023 (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2023).

Salah satu pendekatan biokimia yang berpotensi memengaruhi respons glikemik adalah pemanfaatan pati resisten (resistant starch atau RS). Pati resisten merupakan fraksi pati yang tidak tercerna secara sempurna di usus halus sehingga sebagian dapat mencapai usus besar. Berdasarkan karakteristik dan mekanisme

resistensinya terhadap hidrolisis enzimatik, pati resisten dikelompokkan menjadi lima tipe, yaitu RS1, RS2, RS3, RS4, dan RS5 (Zhong dkk., 2025). Selain pati resisten, umbi-umbian lokal juga berpotensi mengandung oligosakarida non-pati, seperti inulin, rafinosa, glukomanan, dan laktulosa. Senyawa tersebut memiliki karakteristik yang berkaitan dengan ketahanannya terhadap enzim pencernaan manusia dan potensinya sebagai komponen prebiotik (Riyanto & Nafisah, 2022; Hughes dkk., 2022). Keberadaan pati resisten dan oligosakarida tersebut menjadikan umbi-umbian lokal berpotensi dikembangkan sebagai bahan pangan fungsional yang mendukung pengaturan respons glikemik (Walsh dkk., 2022).

Jawa Timur memiliki potensi sumber daya umbi-umbian yang dapat dimanfaatkan untuk pengembangan pangan fungsional. Data produksi yang dikutip dalam makalah menunjukkan bahwa produksi ubi jalar di Jawa Timur mencapai 350.516 metrik ton pada tahun 2015 (BPS, 2015). Selain itu, Jawa Timur termasuk salah satu provinsi penghasil singkong di Indonesia (BPS, 2023). Ketersediaan bahan baku tersebut membuka peluang pengembangan produk berbasis umbi lokal dengan karakteristik gizi yang lebih baik. Namun, pemanfaatan umbi-umbian masih banyak diarahkan pada konsumsi langsung atau pengolahan sederhana. Bentuk pengolahan tersebut tidak selalu menghasilkan produk dengan indeks glikemik rendah. Sebagai contoh, ubi jalar ungu rebus dilaporkan memiliki indeks glikemik sebesar 83,75 (Nurdjanah dkk., 2022). Temuan ini menunjukkan pentingnya mengkaji karakteristik pati dan pengaruh pengolahan untuk mengoptimalkan potensi umbi lokal sebagai bahan pangan fungsional.

Penelitian terdahulu telah membahas hubungan karakteristik kimiawi pangan berpati dengan indeks glikemik, potensi oligosakarida umbi lokal sebagai prebiotik, serta kandungan pati resisten pada komoditas tertentu. Afandi dkk. (2021) mengkaji hubungan karakteristik kimiawi pangan berpati dengan indeks glikemik, sedangkan Riyanto dan Nafisah (2022) membahas potensi oligosakarida dari umbi-umbian lokal Indonesia sebagai prebiotik. Sementara itu, Nurdjanah dkk. (2022) dan Lal dkk. (2020) membahas kandungan pati resisten dan indeks glikemik pada bahan pangan tertentu, termasuk ubi jalar ungu dan kentang. Meskipun penelitian tersebut memberikan dasar ilmiah mengenai karakteristik karbohidrat dan respons glikemik, kajian yang mengintegrasikan pati resisten, oligosakarida non-pati, mekanisme biokimia pencernaan, serta pengaruh pengolahan pada berbagai komoditas umbi lokal masih perlu dirangkum secara komprehensif.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji karakteristik pati resisten pada berbagai komoditas umbi-umbian lokal, mengidentifikasi struktur dan karakteristik oligosakarida non-pati, menganalisis hubungan kedua komponen tersebut dengan indeks glikemik, serta mengevaluasi pengaruh proses pengolahan terhadap kadar pati resisten. Kajian dilakukan menggunakan metode Narrative Literature Review (NLR) dengan harapan dapat memberikan pemahaman mengenai potensi umbi-umbian lokal Indonesia, khususnya

dari Jawa Timur, sebagai bahan pangan fungsional berindeks glikemik rendah sekaligus menjadi dasar bagi pengembangan produk dan penelitian lanjutan.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode Narrative Literature Review (NLR) atau tinjauan pustaka naratif. Metode ini dilakukan dengan mengumpulkan, membandingkan, dan menganalisis hasil penelitian terdahulu mengenai karakteristik pati resisten dan oligosakarida pada umbi-umbian lokal serta keterkaitannya dengan indeks glikemik. Fokus kajian meliputi karakteristik struktural pati resisten, jenis oligosakarida non-pati, mekanisme biokimia yang menyebabkan ketahanan terhadap pencernaan, serta pengaruhnya terhadap respons glikemik pada pangan berbasis umbi lokal.

Pengumpulan data dilakukan melalui penelusuran literatur pada basis data Google Scholar, PubMed, dan ScienceDirect. Kata kunci yang digunakan meliputi "pati resisten", "resistant starch", "oligosakarida umbi lokal", "indeks glikemik", "glycemic index tuber", dan "RS1–RS5". Literatur yang dikaji dibatasi pada artikel ilmiah yang diterbitkan dalam sepuluh tahun terakhir, dengan sasaran sekitar 10–15 artikel jurnal nasional dan internasional yang relevan dengan topik penelitian.

Pemilihan literatur dilakukan berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi mencakup artikel jurnal ilmiah yang membahas karakteristik pati resisten atau oligosakarida pada umbi-umbian, mekanisme biokimia pencernaan karbohidrat, serta hubungan komponen tersebut dengan indeks glikemik. Artikel yang diprioritaskan adalah publikasi yang relevan dan berasal dari jurnal nasional atau internasional terakreditasi. Adapun kriteria eksklusi meliputi sumber nonjurnal, seperti blog dan berita, serta artikel yang tidak sesuai dengan fokus kajian atau berada di luar rentang tahun publikasi yang ditetapkan.

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif dengan mengelompokkan hasil penelitian berdasarkan jenis pati resisten (RS1–RS5), jenis oligosakarida, dan komoditas umbi lokal yang dikaji. Selanjutnya, temuan dari berbagai literatur dibandingkan untuk mengidentifikasi persamaan, perbedaan, dan keterkaitan antara struktur karbohidrat, ketahanan terhadap hidrolisis enzimatik, proses pengolahan, serta respons glikemik. Hasil analisis disajikan dalam bentuk narasi untuk menjelaskan potensi pati resisten dan oligosakarida pada umbi-umbian lokal sebagai komponen bahan pangan fungsional berindeks glikemik rendah.

HASIL PENELITIAN

4.1 Karakteristik Pati Resisten pada Berbagai Komoditas Umbi Lokal

Pati resisten (resistant starch/RS) merupakan fraksi pati yang tidak dapat dicerna secara sempurna oleh enzim pencernaan di usus halus. Keberadaan pati resisten dapat memengaruhi jumlah karbohidrat yang tersedia untuk diserap tubuh dan berpotensi memengaruhi respons glikemik setelah konsumsi pangan. Kandungan

pati resisten pada suatu produk tidak hanya ditentukan oleh jenis bahan baku, tetapi juga oleh struktur pati, rasio amilosa terhadap amilopektin, varietas tanaman, serta metode pengolahan yang digunakan. Proses gelatinisasi, pendinginan, dan retrogradasi dapat mengubah struktur molekul pati sehingga menghasilkan perbedaan tingkat ketahanan terhadap hidrolisis enzimatik (Karsodimejo dkk., 2023).

Tabel 1. Kadar Pati Resisten dan Indeks Glikemik Berbagai Produk Pangan

No.	Bahan pangan	Kadar pati resisten (%)	Indeks glikemik
1	Ubi jalar ungu rebus	2,99	83,75 ± 12,34
2	Ubi jalar ungu olahan mi	6,52	63,50 ± 7,29
3	Tepung garut dan kacang merah dalam bentuk snack bar	12,7	25
4	Ubi jalar ungu, mi yang diperkaya pati resisten	14,29	58,74 ± 5,55
5	Kentang varietas Kufri Chipsona-3	1,08	83,08
6	Kentang varietas Kufri Jyoti	2,18	72,87

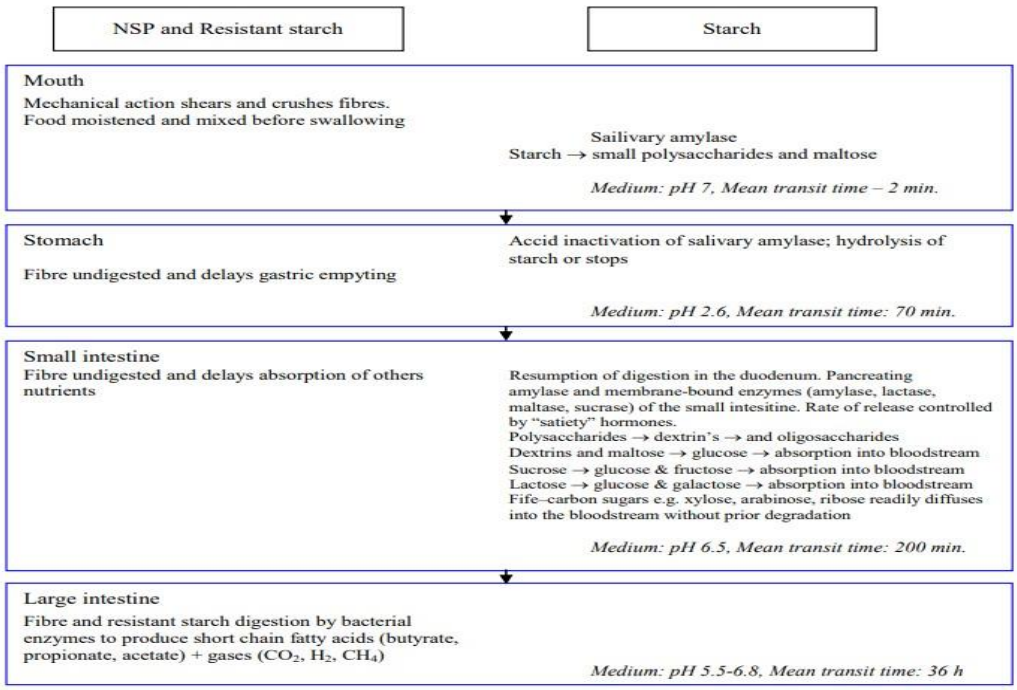
Sumber: Nurdjanah dkk. (2022); Indrastati dan Anjani (2016); Lal dkk. (2020).

Berdasarkan Tabel 1, ubi jalar ungu rebus memiliki kadar pati resisten sebesar 2,99% dan indeks glikemik sebesar 83,75 ± 12,34. Nilai tersebut menunjukkan bahwa produk ini memiliki indeks glikemik tinggi. Proses perebusan menyebabkan gelatinisasi granula pati, sehingga struktur pati menjadi lebih mudah diakses oleh enzim pencernaan. Kondisi ini dapat meningkatkan kemudahan pemecahan pati menjadi glukosa, sedangkan pembentukan pati resisten melalui retrogradasi bergantung pada kondisi pendinginan dan pengolahan selanjutnya.

Pengolahan ubi jalar ungu menjadi mi menunjukkan perubahan karakteristik pati. Kandungan pati resisten meningkat menjadi 6,52%, sedangkan indeks glikemiknya turun menjadi 63,50 ± 7,29. Perubahan ini menunjukkan bahwa bentuk fisik dan proses pengolahan pangan dapat memengaruhi ketercernaan pati. Pembentukan adonan, pencetakan, pemanasan, dan pengukusan dapat menghasilkan matriks pangan yang berbeda dari ubi jalar rebus, sehingga memengaruhi akses enzim pencernaan terhadap pati (Nurdjanah dkk., 2022). Peningkatan kadar pati resisten juga terlihat pada mi ubi jalar ungu yang diperkaya pati resisten, yaitu sebesar 14,29%, dengan indeks glikemik 58,74 ± 5,55. Proses gelatinisasi yang diikuti pendinginan dapat mendorong penataan ulang rantai pati atau retrogradasi, sehingga sebagian pati membentuk struktur yang lebih tahan terhadap hidrolisis enzimatik. Struktur ini berkaitan dengan pembentukan pati resisten tipe RS3. Meskipun indeks glikemik produk tersebut lebih rendah secara

numerik dibandingkan mi ubi jalar ungu biasa, perbedaan kedua nilai indeks glikemik tersebut dilaporkan tidak signifikan secara statistik.

Pada kentang, perbedaan varietas juga memperlihatkan variasi kadar pati resisten dan indeks glikemik. Varietas Kufri Chipsona-3 memiliki kadar pati resisten 1,08% dan indeks glikemik 83,08, sedangkan varietas Kufri Jyoti memiliki kadar pati resisten 2,18% dan indeks glikemik 72,87. Hasil ini menunjukkan pola hubungan berlawanan arah antara kadar pati resisten dan indeks glikemik pada kedua varietas tersebut. Makalah juga mengutip nilai korelasi negatif sebesar \(R=-0{,}88\) antara kadar pati resisten dan indeks glikemik pada varietas kentang (Lal dkk., 2020). Sementara itu, snack bar berbahan tepung garut dan kacang merah memiliki indeks glikemik sebesar 25. Nilai tersebut tidak dapat dijelaskan hanya berdasarkan kandungan pati resisten, karena komposisi bahan pangan juga berperan. Kacang merah dapat menyumbangkan protein dan serat, sedangkan formulasi dan struktur produk turut memengaruhi proses pencernaan karbohidrat.



Sumber: Sawicka & Gupta, 2018

4.2 Mekanisme Biokimia Resistensi terhadap Pencernaan

Pati resisten (resistant starch/RS) merupakan fraksi pati yang tidak dapat dihidrolisis secara sempurna oleh enzim pencernaan di usus halus. Ketahanan tersebut berkaitan dengan struktur fisik dan molekuler pati, tingkat keteraturan kristalnya, serta interaksi pati dengan komponen pangan lainnya. Berbeda dengan pati yang mudah dicerna dan diuraikan menjadi glukosa, pati resisten dapat melewati usus halus dan mencapai usus besar, tempat sebagian fraksinya dapat difermentasi oleh mikrobiota usus. Secara umum, pati resisten diklasifikasikan menjadi lima tipe, yaitu RS1, RS2, RS3, RS4, dan RS5. Kelima tipe tersebut memiliki mekanisme resistensi yang berbeda, mulai dari hambatan fisik terhadap enzim hingga pembentukan struktur molekuler yang lebih sulit dihidrolisis. Pengelompokan ini penting untuk memahami bagaimana karakteristik bahan baku dan proses pengolahan memengaruhi ketercernaan pati pada umbi-umbian lokal.

4.2.1 Klasifikasi Pati Resisten Berdasarkan Mekanisme Resistensinya

Pati resisten tipe 1 (RS1) merupakan pati yang secara fisik terperangkap di dalam matriks pangan, misalnya dinding sel atau jaringan bahan tanaman yang belum sepenuhnya rusak selama pengolahan. Struktur tersebut membatasi akses enzim amilase terhadap pati. Ketahanan RS1 dipengaruhi oleh ukuran partikel, struktur jaringan, serta tingkat penggilingan bahan pangan. Pada umbi-umbian, keberadaan jaringan sel yang masih utuh dapat memengaruhi seberapa mudah pati diakses oleh enzim pencernaan.

Pati resisten tipe 2 (RS2) merupakan pati yang memiliki struktur granula alami dengan keteraturan kristal tertentu sehingga relatif sulit dicerna oleh enzim amilase. Resistensi tipe ini berkaitan dengan struktur granula dan susunan molekul pati. Sifat RS2 dapat berubah akibat pemanasan dan gelatinisasi, karena proses tersebut dapat merusak struktur granula alami dan meningkatkan aksesibilitas pati terhadap enzim pencernaan.

Pati resisten tipe 3 (RS3) terbentuk melalui proses retrogradasi, yaitu penataan ulang rantai amilosa dan amilopektin setelah pati mengalami gelatinisasi dan kemudian didinginkan. Selama pendinginan, sebagian rantai pati membentuk struktur yang lebih teratur dan sulit dihidrolisis oleh enzim pencernaan. Pembentukan RS3 relevan dalam pengolahan umbi-umbian, terutama pada produk yang mengalami pemanasan dan pendinginan. Jumlah RS3 yang terbentuk dipengaruhi oleh kondisi pemanasan, lama pendinginan, suhu penyimpanan, dan karakteristik pati bahan baku.

Pati resisten tipe 4 (RS4) merupakan pati yang mengalami modifikasi kimia sehingga struktur molekulnya berubah dan menjadi lebih tahan terhadap hidrolisis enzimatik. Modifikasi tersebut dapat memengaruhi ketersediaan titik pemutusan ikatan glikosidik oleh enzim. Berbeda dengan RS3 yang terbentuk melalui perubahan fisik dan penataan ulang molekul, RS4 berkaitan dengan perubahan kimia pada struktur pati. Pati resisten tipe 5 (RS5) terbentuk melalui interaksi antara amilosa dan lipid yang menghasilkan kompleks amilosa-lipid. Interaksi tersebut dapat membatasi akses enzim pencernaan terhadap rantai pati. Pembentukan kompleks ini dipengaruhi oleh keberadaan lipid, karakteristik amilosa, dan kondisi pengolahan. Pada produk pangan, interaksi tersebut dapat berkontribusi terhadap perubahan ketercernaan pati.

Kelima tipe pati resisten tersebut menunjukkan bahwa resistensi terhadap pencernaan dapat terjadi melalui mekanisme yang berbeda. RS1 terutama berkaitan dengan hambatan fisik, RS2 dengan struktur granula alami, RS3 dengan retrogradasi, RS4 dengan modifikasi kimia, dan RS5 dengan pembentukan kompleks amilosa-lipid. Oleh karena itu, pemahaman terhadap jenis pati resisten penting untuk menentukan metode pengolahan yang sesuai dalam pengembangan pangan berbasis umbi lokal.

4.2.2 Proses Pencernaan Pati dan Peran Pati Resisten

Pencernaan pati dimulai di rongga mulut melalui aktivitas enzim amilase saliva, kemudian berlanjut terutama di usus halus melalui aktivitas amilase pankreas dan enzim pemecah karbohidrat pada permukaan usus. Proses ini menghasilkan gula yang lebih sederhana, termasuk glukosa, yang selanjutnya dapat diserap ke dalam aliran darah. Kecepatan dan tingkat pemecahan pati dipengaruhi oleh struktur bahan pangan, tingkat gelatinisasi, serta aksesibilitas pati terhadap enzim pencernaan. Pati resisten memiliki ketercernaan yang lebih rendah sehingga sebagian fraksinya tidak diuraikan secara sempurna di usus halus. Fraksi tersebut dapat mencapai usus besar dan difermentasi oleh mikrobiota usus, menghasilkan asam lemak rantai pendek (short-chain fatty acids/SCFAs). Proses fermentasi ini membedakan nasib metabolik pati resisten dari pati yang mudah dicerna menjadi glukosa di usus halus.

4.3 Hubungan Struktur Pati Resisten dan Oligosakarida dengan Indeks Glikemik

Struktur pati resisten memiliki hubungan erat dengan respons glikemik karena menentukan tingkat kemudahan pati dihidrolisis oleh enzim pencernaan. Pati yang mudah diakses oleh enzim α-amilase akan lebih cepat diuraikan menjadi karbohidrat

sederhana dan selanjutnya menjadi glukosa yang dapat diserap oleh usus halus. Sebaliknya, pati dengan struktur yang lebih kompak, tingkat kristalinitas tinggi, atau terlindungi oleh matriks pangan akan lebih sulit dihidrolisis. Kondisi tersebut dapat memperlambat pelepasan glukosa dan berpotensi menghasilkan respons glikemik yang lebih rendah (Pugh dkk., 2023).

Pati resisten berperan dalam membatasi jumlah pati yang dapat dicerna di usus halus. Setiap tipe pati resisten memiliki mekanisme resistensi yang berbeda, tetapi secara umum keberadaannya dapat mengurangi fraksi pati yang tersedia untuk dihidrolisis menjadi glukosa. Hal ini menjelaskan mengapa bahan pangan dengan kandungan pati resisten lebih tinggi berpotensi memiliki respons glikemik yang lebih rendah dibandingkan bahan pangan dengan karakteristik pati yang lebih mudah dicerna. Meskipun demikian, pengaruh pati resisten terhadap respons glikemik tetap bergantung pada jenis pati, karakteristik bahan pangan, serta metode pengolahan yang digunakan.

Selain pati resisten, keberadaan oligosakarida non-pati juga dapat berkontribusi terhadap karakteristik karbohidrat yang lebih lambat dicerna. Fruktooligosakarida (FOS) dan inulin, misalnya, memiliki struktur yang relatif tahan terhadap hidrolisis oleh enzim pencernaan manusia. Akibatnya, kedua senyawa tersebut tidak langsung diuraikan menjadi glukosa dalam jumlah besar di usus halus dan sebagian dapat mencapai usus besar untuk difermentasi oleh mikrobiota (Hughes dkk., 2022).

Apabila pati resisten dan oligosakarida terdapat secara bersamaan dalam bahan pangan, keduanya dapat memberikan pengaruh melalui mekanisme yang berbeda. Pati resisten membatasi jumlah pati yang dapat dihidrolisis menjadi glukosa di usus halus, sedangkan oligosakarida tertentu relatif tahan terhadap enzim pencernaan dan dapat diteruskan ke usus besar. Dengan demikian, jumlah karbohidrat yang cepat dicerna menjadi glukosa dapat menjadi lebih terbatas. Kondisi tersebut berpotensi menyebabkan pelepasan glukosa berlangsung lebih lambat sehingga respons glikemik pangan dapat menjadi lebih rendah.

Pada umbi-umbian lokal Indonesia, hubungan tersebut menjadi penting karena beberapa komoditas memiliki kandungan oligosakarida sekaligus pati yang dapat dikaji karakteristiknya. Umbi gadung, gembili, gembolo, uwi, talas, dan porang telah dilaporkan mengandung berbagai jenis komponen karbohidrat, seperti inulin, rafinosa, laktulosa, atau glukomanan (Riyanto & Nafisah, 2022). Namun, kandungan oligosakarida saja tidak dapat digunakan sebagai satu-satunya dasar untuk menyatakan bahwa suatu umbi memiliki indeks glikemik rendah. Nilai indeks

glikemik tetap dipengaruhi oleh struktur pati, kadar pati resisten, proses pengolahan, ukuran partikel, serta komposisi pangan secara keseluruhan.

Oleh karena itu, pengembangan pangan berbasis umbi lokal dengan karakteristik indeks glikemik rendah perlu memperhatikan hubungan antara struktur pati dan komponen karbohidrat non-pati secara keseluruhan. Peningkatan proporsi pati resisten dapat mengurangi fraksi pati yang cepat dicerna, sedangkan keberadaan oligosakarida tertentu dapat menambah fraksi karbohidrat yang tidak langsung dicerna di usus halus. Kombinasi karakteristik tersebut berpotensi menghasilkan produk pangan dengan pelepasan glukosa yang lebih lambat dan dapat menjadi salah satu pendekatan dalam pengembangan pangan fungsional berbasis umbi lokal.

4.4 Pengaruh Pengolahan (Retrogradasi, Annealing, dan Heat-Moisture Treatment) terhadap Kadar Pati Resisten

Pengolahan fisik merupakan salah satu cara untuk mengubah struktur pati pada umbi-umbian lokal sehingga dapat meningkatkan kadar pati resisten (resistant starch/RS). Beberapa metode yang digunakan antara lain retrogradasi, annealing, dan heat-moisture treatment (HMT). Ketiga metode tersebut memengaruhi susunan molekul pati, terutama amilosa dan amilopektin, sehingga dapat mengubah tingkat keteraturan struktur pati serta ketahanannya terhadap hidrolisis oleh enzim pencernaan.

Retrogradasi merupakan proses penataan ulang molekul amilosa dan amilopektin setelah pati mengalami gelatinisasi dan kemudian didinginkan. Selama proses pendinginan, sebagian rantai pati kembali membentuk struktur yang lebih teratur dan rapat sehingga lebih sulit diuraikan oleh enzim pencernaan. Proses ini dapat meningkatkan pembentukan pati resisten tipe 3 (RS3). Pada pati umbi-umbian lokal, perubahan struktur tersebut berpotensi mengurangi kecepatan pemecahan pati menjadi glukosa. Dengan demikian, pengolahan yang melibatkan pemanasan dan pendinginan dapat menjadi salah satu pendekatan untuk menghasilkan produk pangan dengan daya cerna pati yang lebih rendah (Fauziyah dkk., 2024).

Selain retrogradasi, metode annealing juga dapat mengubah karakteristik fisik dan kimia pati. Metode ini dilakukan dengan memanaskan pati dalam air pada suhu di bawah suhu gelatinisasi selama waktu tertentu. Perlakuan tersebut memungkinkan penataan ulang molekul pati tanpa merusak granula secara menyeluruh. Menurut Jambormias dkk. (2024), modifikasi pati gembili (Dioscorea esculenta L.) melalui annealing memengaruhi sifat fisikokimia pati, termasuk

keteraturan struktur kristalnya dan interaksi antarmolekul. Perubahan tersebut dapat memengaruhi kemampuan enzim pencernaan dalam mengakses dan menghidrolisis pati. Namun, besarnya perubahan kadar pati resisten tetap bergantung pada karakteristik bahan dan kondisi perlakuan yang digunakan.

Metode lain yang dapat diterapkan adalah heat-moisture treatment (HMT), yaitu modifikasi pati menggunakan suhu tinggi dengan kadar air terbatas. Perlakuan ini dapat mengubah interaksi antarmolekul dan karakteristik struktur pati sehingga sifat gelatinisasi serta viskositasnya mengalami perubahan. Pasca dkk. (2021) melaporkan bahwa perlakuan HMT pada tepung singkong (Manihot esculenta) varietas Cimanggu dengan kadar air 20% pada suhu 121°C selama 15 menit meningkatkan suhu awal pasting dari 70,17°C menjadi 77,03°C. Selain itu, viskositas puncak dan viskositas breakdown mengalami penurunan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa HMT mengubah sifat fungsional tepung singkong melalui perubahan struktur pati.

Secara keseluruhan, retrogradasi, annealing, dan HMT berpotensi dimanfaatkan untuk memodifikasi karakteristik pati pada umbi-umbian lokal. Perubahan susunan molekul dan keteraturan struktur pati dapat memengaruhi ketahanannya terhadap enzim pencernaan serta karakteristik pengolahan produk pangan. Meskipun demikian, peningkatan kadar pati resisten dan penurunan indeks glikemik tidak selalu terjadi dalam besaran yang sama pada setiap bahan. Oleh sebab itu, penerapan metode pengolahan perlu disesuaikan dengan jenis umbi, karakteristik pati, serta kondisi proses yang digunakan agar potensi umbi lokal sebagai bahan pangan fungsional berindeks glikemik rendah dapat dikembangkan secara optimal.

4.5 Implikasi bagi Pengembangan Pangan Fungsional Rendah Indeks Glikemik

Pemanfaatan pati resisten dan oligosakarida pada umbi-umbian lokal berpotensi mendukung pengembangan pangan fungsional dengan indeks glikemik (IG) yang lebih rendah. Umbi-umbian seperti ubi jalar, singkong, dan gembili mengandung karbohidrat yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku berbagai produk pangan. Melalui pemilihan bahan baku dan pengolahan yang tepat, karakteristik pati dalam umbi-umbian tersebut dapat dimodifikasi sehingga sebagian karbohidrat lebih tahan terhadap proses pencernaan di usus halus.

Pati resisten memiliki peran penting karena tidak seluruhnya dicerna dan diserap di usus halus. Sebagian pati resisten dapat mencapai usus besar dan difermentasi oleh mikroorganisme usus. Proses fermentasi tersebut menghasilkan

asam lemak rantai pendek yang berpotensi mendukung kesehatan saluran pencernaan. Sementara itu, oligosakarida tertentu, seperti fruktooligosakarida (FOS) dan inulin, dapat berperan sebagai substrat bagi bakteri menguntungkan dalam usus. Dengan demikian, kombinasi pati resisten dan oligosakarida berpotensi memberikan manfaat yang tidak hanya berkaitan dengan respons glukosa darah, tetapi juga dengan kesehatan pencernaan.

Dalam pengembangan produk pangan, pati resisten dan oligosakarida dapat dimanfaatkan pada berbagai bentuk olahan, seperti tepung, mi, makanan ringan, dan produk berbasis umbi lainnya. Akan tetapi, karakteristik setiap produk dapat berbeda bergantung pada jenis umbi, komposisi bahan, serta proses pengolahan yang diterapkan. Pemanasan, pendinginan, dan modifikasi pati dapat mengubah struktur pati serta memengaruhi daya cernanya. Oleh karena itu, pengembangan produk perlu mempertimbangkan keseimbangan antara peningkatan pati resisten, mutu sensoris, tekstur, dan penerimaan konsumen.

Meskipun demikian, penggunaan umbi-umbian lokal sebagai bahan pangan berindeks glikemik rendah memerlukan pengujian lebih lanjut. Kandungan pati resisten yang tinggi tidak secara otomatis menjamin indeks glikemik produk menjadi rendah. Indeks glikemik juga dipengaruhi oleh tingkat gelatinisasi pati, ukuran partikel, komposisi makanan, metode pengolahan, dan karakteristik produk akhir. Pengujian kandungan pati resisten serta pengukuran indeks glikemik secara langsung diperlukan untuk memastikan manfaat produk yang dikembangkan. Dengan demikian, pengembangan pangan fungsional berbasis umbi-umbian lokal perlu dilakukan melalui pendekatan yang menggabungkan karakterisasi bahan baku, pemilihan metode pengolahan, dan evaluasi sifat fungsional produk. Pendekatan tersebut dapat membantu mengoptimalkan potensi pati resisten dan oligosakarida sebagai komponen pangan yang mendukung pola konsumsi lebih sehat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian pustaka, karakteristik pati resisten pada berbagai komoditas umbi-umbian lokal sangat bervariasi dan dipengaruhi oleh jenis komoditas, varietas, serta metode pengolahan yang diterapkan. Sebagai contoh, kadar pati resisten ubi jalar ungu meningkat dari 2,99% pada produk rebus menjadi 14,29% pada mi yang diperkaya pati resisten. Peningkatan tersebut diikuti dengan penurunan indeks glikemik dari 83,75 menjadi 58,74 (Nurdjanah dkk., 2022). Oligosakarida non-pati, seperti inulin, rafinosa, glukomanan, dan laktulosa, ditemukan pada berbagai umbi lokal, antara lain gadung, talas, gembili, gembolo,

porang, dan uwi. Struktur ikatan glikosidiknya relatif tahan terhadap hidrolisis oleh enzim pencernaan manusia sehingga berpotensi berperan sebagai komponen prebiotik (Riyanto & Nafisah, 2022).

Struktur pati resisten dan oligosakarida berhubungan dengan respons indeks glikemik melalui mekanisme yang berbeda. Pati resisten membatasi jumlah pati yang dihidrolisis menjadi glukosa di usus halus, sedangkan oligosakarida non-pati dapat diteruskan ke usus besar dan difermentasi oleh mikrobiota. Kedua komponen tersebut berpotensi mendukung pengembangan pangan dengan respons glikemik yang lebih rendah (Afandi et al., 2021; Pugh et al., 2023). Proses pengolahan, seperti retrogradasi, annealing, dan heat-moisture treatment (HMT), dapat memodifikasi struktur pati melalui penataan ulang molekul amilosa dan amilopektin serta perubahan keteraturan struktur kristal. Perubahan tersebut berpotensi meningkatkan kadar pati resisten dan mendukung pemanfaatan umbi-umbian lokal sebagai bahan pangan fungsional berindeks glikemik rendah (Jambormias dkk., 2024; Pasca dkk., 2021).

Secara keseluruhan, umbi-umbian lokal Indonesia memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai bahan baku pangan fungsional melalui pengoptimalan kandungan pati resisten dan oligosakaridanya. Namun, pengaruhnya terhadap indeks glikemik perlu dinilai berdasarkan karakteristik bahan, proses pengolahan, dan hasil pengujian produk akhir.

DAFTAR PUSTAKA

Afandi, F. (2023). Potensi Sumber Karbohidrat Indonesia Sebagai Ingridien Pangan Fungsional dengan Kadar Pati Resisten dan Aktivitas Antioksidan Tinggi. Food Scientia: Journal of Food Science and Technology, 3(1), 40-57.

Afandi, F. A., Wijaya, C. H., Faridah, D. N., Suyatma, N. E., & Jayanegara, A. (2021). Evaluation of various starchy foods: A systematic review and meta-analysis on chemical properties affecting the glycemic index values based on in vitro and in vivo experiments. Foods, 10(2), 364.

Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Jawa Timur. (2015). Produksi Ubi Jalar Menurut Kabupaten/Kota di Jawa Timur.

Bahri S., Aji A., & Yani F. 2023. Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang Kepok dengan Cara Fermentasi menggunakan Ragi Roti. Jurnal Teknologi Kimia Unimal, 7(2), 85-100.

Chi, C., Shi, M., Zhao, Y., Chen, B., He, Y., & Wang, M. (2022). Dietary compounds slow starch enzymatic digestion: A review. Frontiers in Nutrition, 9, 1004966.

Dobranowski, P. A., & Stintzi, A. (2021). Resistant starch, microbiome, and precision modulation. Gut Microbes, 13(1), 1926842.

Edwards, C., Cochetel, N., Setterfield, L., Pérez-Moral, N., & Warren, F. (2019). A singleenzyme system for starch digestibility screening and its relevance to understanding and predicting the glycaemic index of food products.. Food & function.

Fitri A. & Fitriana Y. A. N. 2020. Analisis Senyawa Kimia pada Karbohidrat. SAINTEKS, 17(1), 45-52.

GoodStats. (2025). Prevalensi Diabetes Melitus di Indonesia: Angka Resmi Riskesdas dan IDF 2025.

Govindaraju, I., Das, A. R., Chakraborty, I., Mal, S., Sarmah, B., Baruah, V. J., & Mazumder, N. (2025). Investigation of the physicochemical factors affecting the in vitro digestion and glycemic indices of indigenous indica rice cultivars. Scientific Reports, 15.

Hughes, R. L., Alvarado, D. A., Swanson, K. S., & Holscher, H. D. (2022). The prebiotic potential of inulin-type fructans: A systematic review. Advances in Nutrition, 13(2), 492–529.

Indrastati, N., & Anjani, G. (2016). Snack bar kacang merah dan tepung umbi garut sebagai alternatif makanan selingan dengan indeks glikemik rendah. Journal of Nutrition College, 5(4), 546–554.

International Diabetes Federation (IDF). (2021). IDF Diabetes Atlas, 10th Edition. Brussels: International Diabetes Federation.

Jambormias, K. L., Polnaya, F. J., & Ega, L. (2024). Karakteristik Sifat Fisikokimia Pati Gembili (Dioscorea esculenta L.) dengan Modifikasi Annealing. Jurnal Agrosilvopasture-Tech, 3(1), 47-55.

Karsodimejo, S. M., Kusnandar, F., Lioe, H. N., & Jayanegara, A. (2023). Modulasi kadar pati resisten berbagai pangan karbohidrat melalui pemanasan microwave: Meta-analisis. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan, 34(2), 210–223.

Karunarathna, S., Wickramasinghe, I., Truong, T., Brennan, C., Navaratne, S., & Chandrapala, J. (2023). Development of Low-Calorie Food Products with Resistant Starch-Rich Sources. a Review. Food Reviews International, 40, 814 - 831.

Kementerian Kesehatan RI. (2023). Survei Kesehatan Indonesia (SKI) 2023. Jakarta: Kemenkes RI.

Lal, M. K., Kumar, A., Raigond, P., Dutt, S., Changan, S. S., Chourasia, K. N., Tiwari, R. K., Kumar, D., Sharma, S., Chakrabarti, S. K., & Singh, B. (2020). Impact of starch storage condition on glycemic index and resistant starch of cooked potato (Solanum tuberosum) tubers. Starch/Stärke, 73(1–2), 1900281.

Lewerissa, K., & Mawarno, B. A. S. (2024). Karakteristik dan potensi pangan fungsional snack bar berbasis sorgum dengan perbedaan jenis binder. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan, 35(2), 237-245.

Navarro D. M.D. L., Abelilla J. J., & Stein H. H. 2019. Structures and Characteristics of Carbohydrates in Diets Fed to Pigs: A Review. Journal of Animal Science and Biotechnology, 10(39), 2-17.

Nurdjanah, S., Nurdin, S. U., Astuti, S., & Manik, V. E. (2022). Chemical components, antioxidant activity, and glycemic response values of purple sweet potato products. International Journal of Food Science, 2022, 7708172.

Pasca, B. D., Muhandri, T., Hunaefi, D., & Nurtama, B. (2021). Karakteristik Fisikokimia Tepung Singkong dengan Beberapa Metode Modifikasi. Jurnal Mutu Pangan, 8(2), 97104.

Pellegrini, N., Vittadini, E., & Fogliano, V. (2020). Designing food structure to slow down digestion in starch-rich products. Current Opinion in Food Science.

Pugh, J. E., Cai, M., Altieri, N., & Frost, G. (2023). A comparison of the effects of resistant starch types on glycemic response in individuals with type 2 diabetes or

prediabetes: A systematic review and meta-analysis. Frontiers in Nutrition, 10, 1118229.

Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, Kementerian Pertanian RI. (2023). Analisis Kinerja Perdagangan Ubi Kayu Tahun 2023.

Riyanto, R. A., & Nafisah, A. (2022). Short review of oligosaccharides application from local Indonesian tubers as prebiotic. Journal of Food and Agricultural Product, 2(1), 15–22.

Sari P. M. 2017. Modifikasi Ekstraksi Serat Ubi Jalar dengan Penambahan Arang Aktif. Ilmu Gizi Indonesia, 1(1), 28-33.

Sasongko A., Lumbantobing D. F. H., Rifani A., & Gotama B. 2019. Pemanfaatan Limbah Kulit Singkong untuk Produksi Oligosakarida melalui Hidrolisis Kimiawi. Jurnal Sains Terapan, 5(1), 16-21.

Sawicka, B., & Gupta, P. D. (2018). Resistant starch in potato. Acta Scientiarum Polonorum Agricultura, 17(3), 153–169.

Walsh, S. K., Lucey, A., Walter, J., Zannini, E., & Arendt, E. (2022). Resistant starch-An accessible fiber ingredient acceptable to the Western palate.. Comprehensive reviews in food science and food safety.

Zhong, H., Chen, Z., Han, Y., & Hu, K.-Q. (2025). The molecular mechanisms and new classification of resistant starch. A review. Current Research in Food Science, 10.

Zulvianti P. N., Lestari P. M., & Nining N. 2023. Review Komposit Pati-Kitosan: Perannya dalam Berbagai Sistem Penghantaran Obat. Majalah Farmasetika, 7(1), 18-38.