

RESEARCH STUDY

Indonesian Version

OPEN ACCESS

Uji Indeks Glikemik dan Organoleptik Keripik Berbahan Komposit Tepung Bebas Gluten yang Diperkaya *Spirulina Platensis*

Glycemic Index and Organoleptic Test of Gluten-Free Chips Made from Composite Flour Enriched with Spirulina Platensis

Amalia Rahma^{1*}, Dwi Novri Supriatiningrum¹, Sutrisno Adi Prayitno², Endah Mulyani¹, Eka Srirahayu Ariestiningih¹¹Program Studi Ilmu Gizi, Universitas Muhammadiyah Gresik, Gresik, Indonesia²Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Muhammadiyah Gresik, Gresik, Indonesia

INFO ARTIKEL

Received: 18-09-2024

Accepted: 05-02-2025

Published online: 20-06-2025

*Koresponden:

Amalia Rahma

amaliarahma@umg.ac.id

DOI:

10.20473/amnt.v9i2.2025.310-318

Tersedia secara online:

<https://e-journal.unair.ac.id/AMNT>

Kata Kunci:

Indeks Glikemik, Organoleptik, Komposit Tepung, Bebas Gluten, *Spirulina sp.*

ABSTRAK

Latar Belakang: World Health Organization (WHO) menganjurkan untuk mengonsumsi pangan berindeks glikemik (IG) rendah guna mengontrol glukosa darah. Faktor yang memengaruhi nilai IG makanan yaitu rasio kandungan amilosa dan amilopektin serta penambahan senyawa bioaktif. *Spirulina platensis* merupakan mikroalga yang kaya akan senyawa bioaktif seperti senyawa fenolik dan senyawa volatil.

Tujuan: Penelitian ini bertujuan untuk menguji IG dan organoleptik formulasi keripik berbahan komposit tepung bebas gluten yang diperkaya *Spirulina platensis*.

Metode: Desain Penelitian ini adalah penelitian eksperimental. Terdapat 3 formulasi diujikan yaitu A413 (mocaf: 30%; maizena: 20%; meniran jagung: 20%; tapioka: 30%); A531 (mocaf: 30%; maizena: 20%; meniran jagung: 10%; tapioka: 40%); A249 (mocaf: 30%; maizena: 10%; meniran jagung: 20%; tapioka: 40%). Pengujian IG melibatkan 10 responden dengan kriteria, Indeks Massa Tubuh (IMT) normal, usia 20 – 40 tahun, bebas narkoba, tidak merokok dan tidak minum alkohol, tidak memiliki riwayat penyakit kronis, tidak hamil dan menyusui. Nilai IG didasarkan pada perhitungan luas bagian bawah kurva hasil pengukuran glukosa darah sebelum dan setelah responden mengonsumsi pangan standar dan pangan uji yang diukur pada menit ke 0, 30, 60, 90 dan 120. Pengujian organoleptik menggunakan uji hedonik yang melibatkan 35 panelis agak terlatih.

Hasil: Formula A531 memiliki nilai IG terendah dibandingkan formula lain yaitu IG=28. Penilaian aroma dan rasa menunjukkan tidak ada perbedaan nyata dari ketiga formula. Formula A531 unggul dari penilaian tekstur (p-value=0,029) dan kerenyahan (p-value=0,050) dibandingkan formula lain.

Kesimpulan: Keripik bebas gluten yang diperkaya *Spirulina sp* A531 dapat dijadikan alternatif jajanan sehat dengan IG rendah yang dapat diterima konsumen.

PENDAHULUAN

Diabetes melitus tipe 2 (DMT2) adalah salah satu penyakit kronis akibat menurunnya sensitivitas insulin atau produksi insulin yang tidak cukup, ditandai dengan tingginya kadar glukosa dalam darah¹. Prevalensi DMT2 menurut laporan Riset Kesehatan dasar (RISKESDAS) tahun 2018 diperoleh informasi sebanyak 2% orang Indonesia berusia ≥ 15 tahun merupakan penyintas DMT2 (didasarkan diagnosis dokter)². Angka ini menunjukkan adanya peningkatan sebanyak 0,5% penyintas DMT2 dibandingkan data RIKESDAS tahun 2013 (n=1,5%)³. Prevalensi DMT2 berdasarkan pemeriksaan glukosa darah juga mengalami peningkatan sebanyak yaitu dari 6,9% di tahun 2013 menjadi 8,5% pada tahun 2018. Hal ini menunjukkan bahwa hanya kurang lebih 25% penderita DMT2 mengetahui bahwa dirinya mengalami DMT2⁴.

International Diabetes Federation (IDF) menaksir ada sekitar 463 juta orang berusia 20-79 tahun di seluruh

dunia menderita diabetes melitus (DM) pada tahun 2019. Berdasarkan jenis kelamin, IDF memperkirakan jumlah penyintas DM pada laki-laki lebih banyak dibandingkan dengan perempuan (perempuan = 9% dan laki-laki = 9,65%). Jumlah penyintas DM diperkirakan akan terus meningkat mencapai 578 juta pada 2030 dan menjadi 700 juta ditahun 2045⁵.

Pola makan dan gaya hidup masyarakat modern yang tidak sehat menjadi salah satu penyebab meningkatnya jumlah penderita DM⁶. Salah satu contoh gaya hidup yang tidak sehat yaitu kebiasaan konsumsi makanan ringan seperti keripik pada berbagai kesempatan, seperti saat berkumpul, menonton acara, atau sebagai teman minum teh atau kopi⁷. Keripik seringkali mengandung rendah zat gizi, tinggi kalori dan natrium. Hal ini yang dapat berkontribusi pada penumpukan lemak tubuh yang berlebih yang merupakan faktor risiko utama kejadian DMT2⁸.

Asupan gluten berkorelasi kuat dengan asupan komponen karbohidrat, terutama olahan biji-bijian, pati dan sereal yang umum digunakan sebagai bahan utama untuk membuat makanan ringan seperti keripik⁹. Bagi individu yang sensitif terhadap gluten, konsumsi gluten dapat menyebabkan inflamasi yang berpotensi memperburuk kondisi metabolik dan berkontribusi pada resistensi insulin, sehingga meningkatkan risiko DMT2¹⁰. Penelitian lain menyebutkan konsumsi gluten memiliki hubungan yang erat terhadap respons autoimun yang mempengaruhi sel β pankreas dalam memproduksi insulin. Hal ini dapat menyebabkan gangguan metabolisme dan distribusi glukosa sehingga gula dalam darah tidak terkontrol¹¹. Konsumsi pangan ber-IG rendah adalah salah satu cara mengendalikan peningkatan glukosa darah non-farmakologi¹². Konsumsi makanan yang mengandung IG rendah dapat menurunkan kadar fruktosamin pasien DM secara signifikan¹³. Fruktosamin merupakan ketoamin yang stabil, terbentuk dari reaksi non-enzimatik antara glukosa dan asam amino yang umum dijadikan penanda biologis pengendalian glukosa darah. Konsumsi pangan ber-IG rendah mampu mengendalikan kenaikan glukosa darah secara bermakna¹³. WHO memberikan rekomendasi konsumsi pangan ber-IG rendah untuk meningkatkan pengendalian gula darah, dengan tetap mengontrol jumlah karbohidrat yang dikonsumsi⁶. Selain itu, menghindari konsumsi pangan mengandung gluten juga dapat mencegah peningkatan inflamasi dan mencegah peningkatan glukosa darah⁸.

Nilai IG pangan dipengaruhi oleh karakteristik bahan, ukuran partikel/luas permukaan bahan, jenis bahan, proses pengolahan¹⁴. Kandungan polisakarida (terutama amilosa) pada suatu pangan membuat kadar IG menjadi lebih rendah¹⁵. Faktor lain yang mempengaruhi IG pada bahan pangan yaitu adanya penambahan komponen bioaktif seperti polifenol. Enzim pencernaan bertugas untuk memecah ikatan kompleks pada pati melalui proses hidrolisis. Terbentuknya senyawa kompleks dari pati dengan polifenol menyebabkan enzim pencernaan tidak memecahnya menjadi bentuk sederhana (glukosa). Jumlah ikatan pati dengan polifenol yang semakin banyak pada produk pangan maka akan semakin banyak pati yang tidak terhidrolisis oleh enzim pencernaan sehingga daya cerna pati menjadi rendah. Hal ini dapat mengakibatkan respon insulin juga rendah sehingga dapat menekan kadar glukosa darah dalam tubuh⁶.

Spirulina platensis merupakan mikroalga yang mengandung senyawa bioaktif tinggi. Hal ini menjadikan *Spirulina platensis* berpotensi menjadi pangan fungsional¹⁶. Polisakarida yang dihasilkan oleh *Spirulina platensis* sangat kompleks yaitu immulina dan immurella. Kompleksitas struktural dari polisakarida ini dapat memberi aktivitas biologis untuk mencegah berbagai penyakit. *Spirulina platensis* juga mengandung senyawa bioaktif lainnya seperti senyawa fenol (asam caffeic, ferulic acid, p-coumaric acid) dan senyawa folatil, (karbonil, alkohol, aldehida, ester, terpena)¹⁷. Ciri khas dari *Spirulina platensis* yaitu adanya kandungan fikosianin yang tinggi terbukti dengan penampakan warna hijau

kebiruan yang pekat pada *Spirulina platensis*. Fikosianin terbukti memiliki aktifitas sebagai antioksidan.¹⁸

Pemberian antioksidan pada penyintas DMT2 diketahui efektif dalam mencegah terjadinya komplikasi akibat kondisi stres oksidatif yang disebabkan oleh hiperglikemia¹⁹. Fikosianin yang terdapat pada *Spirulina platensis* memiliki aktivitas penghambatan terhadap kerja enzim α -amilase dan α -glukosidase, yang mana kedua enzim tersebut merupakan enzim kunci untuk pencernaan karbohidrat, mengkatalisis pemecahan hidrolitik oligosakarida menjadi glukosa dan memfasilitasi penyerapannya oleh usus halus. Jika kerja kedua enzim tersebut dihambat maka laju pencernaan karbohidrat akan menurun sehingga lebih sedikit glukosa yang diserap dan diangkut ke dalam sirkulasi²⁰.

Formulasi pangan fungsional dengan mencampurkan bahan pangan rendah IG serta diperkaya dengan *Spirulina platensis* yang kaya antioksidan diharapkan mampu memberikan alternatif pangan sehat untuk mengontrol glukosa darah pada penyintas DMT2. Glukosa darah yang terkontrol akan menurunkan potensi terjadinya komplikasi, sehingga dapat meningkatkan kualitas hidup bagi penyintas DM. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai IG dan organoleptik formulasi keripik berbahan komposit tepung bebas gluten yang diperkaya *Spirulina sp.*

METODE

Desain, waktu dan tempat

Desain penelitian yang digunakan adalah eksperimental. Penelitian dibagi menjadi tiga tahap. Tahap pertama yaitu pembuatan produk dengan tiga perbedaan variasi komposisi. Tahap kedua yaitu uji organoleptik dan indeks glikemik produk. Tahap ketiga yaitu uji kandungan gizi. Penelitian dilakukan mulai tanggal Oktober 2023 - Februari 2024 di Laboratorium dietetik dan kuliner, laboratorium organoleptik, Laboratorium PSG dan Laboratorium kimia Fakultas Kesehatan Universitas Muhammadiyah Gresik. Komisi etik penelitian Universitas Muhammadiyah Gresik telah memberikan keterangan lulus uji etik yang dibuktikan dengan surat keterangan kelaikan etik (*ethical approval*) No 240/KET/II.3.UMG/KEP/A/2023, diterbitkan Tanggal: 15 September 2023.

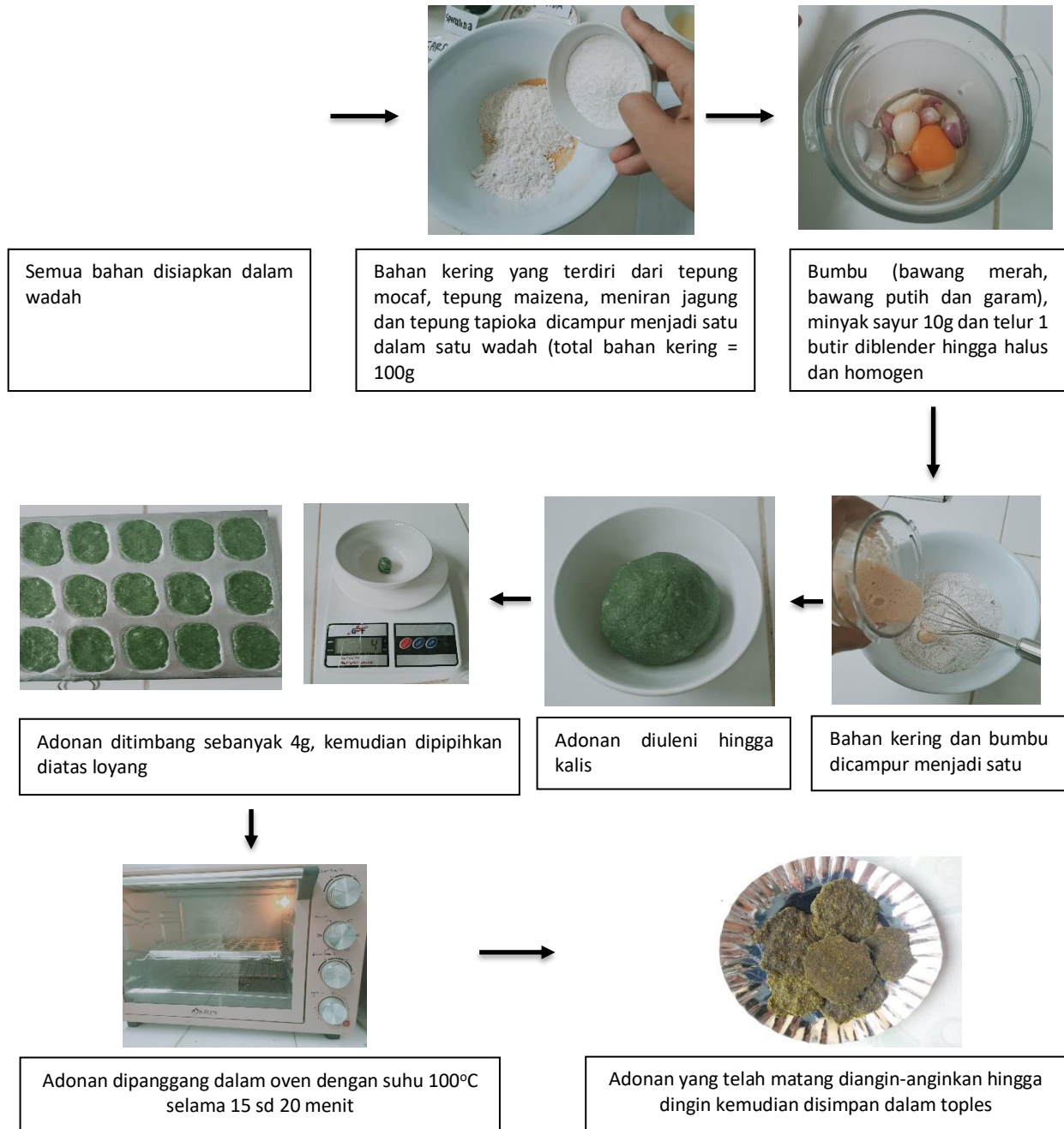
Cara Pembuatan Produk

Variasi formula produk didasarkan pada bahan baku utama pembuatan chips yaitu tepung mocaf, tepung maizena, jagung meniran dan tapioka. Masing-masing formula diperkaya dengan 2% bubuk *Spirulina platensis* organik dari *The Little Herbalist*. Terdapat tiga kelompok formulasi yaitu A413 dengan komposisi (mocaf: 30%; maizena: 20%; jagung meniran: 20%; tapioka: 30%); A531 dengan komposisi (mocaf: 30%; maizena: 20%; jagung meniran: 10%; tapioka: 40%); dan A249 dengan komposisi (mocaf: 30%; maizena: 10%; jagung meniran: 20%; tapioka: 40%). Adapun alat yang digunakan untuk membuat produk yaitu blender, oven, cetakan kue kering, loyang, pisau dan baskom. Adapun tahapan pembuatan produk tersedia pada Gambar 1,



Universitas Airlangga
Published by IAGIKMI & Universitas Airlangga

N., Prayitno, S. A., Mulyani, E., & Ariestingsih, E. S. (2025) Glycemic Index and Organoleptic Test of Gluten-Free with *Spirulina Platensis*: Uji Indeks Glikemik dan Organoleptik Keripik Berbahan Komposit Tepung Bebas Gluten Nutrition, 9(2), 310-318.



Gambar 1. Tahapan pembuatan produk

Perhitungan Jumlah Pangan Uji

Jumlah keripik spirulina yang diberikan, dihitung berdasarkan kandungan karbohidrat dalam produk setara dengan 25 g karbohidrat pada glukosa murni. Jumlah yang diberikan untuk pangan uji dihitung dengan rumus :

$$\text{Jumlah sampel} = \frac{25 \text{ g}}{\text{karbohidrat sampel}} \times 100\%$$

Pada uji pendahuluan yang dilakukan untuk mengetahui kadar karbohidrat pada pangan uji diperoleh hasil, formula A413 mengandung karbohidrat sebanyak 81,6%; A531 mengandung 82,3% dan A249 mengandung 80,12%. Berdasarkan perhitungan didapatkan hasil, jumlah kripik spirulina yang diberikan kepada responden

antara lain, formula A413 sebanyak 31 g; A531 sebanyak 30 g dan A249 sebanyak 31 g.

Uji Indeks glikemik

Pengujian IG melibatkan 10 orang responden yang memenuhi kriteria inklusi antara lain, status gizi normal (IMT: 18,5 – 22,9 kg/m²), berusia 20 – 30 tahun, tidak mengkonsumsi obat secara rutin, tidak merokok dan minum alkohol, tidak memiliki riwayat penyakit kronis seperti DM, penyakit ginjal dan hati, tidak sedang hamil dan tidak sedang menyusui. Pengumpulan data dilakukan setelah responden bersedia berpartisipasi dalam penelitian, ditunjukkan dengan mengisi lembar *inform consent*. Prosedur pengukuran IG yaitu diawali berpuasa selama 8-10 jam sebelum dilakukan

pengecekan glukosa darah. Sebelum berpuasa, responden diminta untuk konsumsi makan sesuai dengan kebutuhan (tidak boleh berlebihan/dikurang-kurangi), dan tidak melakukan aktivitas berat (selama puasa). Pemeriksaan pertama adalah pangan standar (glukosa murni). Glukosa darah diukur untuk pertama kali pada menit ke-0 (sebelum responden mengonsumsi pangan standar). Kemudian, responden diminta untuk mengonsumsi 28 g glukosa murni yang dilarutkan dalam 200 ml air. Pada menit ke- 30, 60, 90, dan 120 setelah mengonsumsi larutan glukosa dilakukan pemeriksaan gula darah. Pada pengujian pangan uji (kripik spirulina) dilakukan tahapan yang sama, tetapi diberi jeda satu minggu setelah pengujian pangan standar. Hasil pengukuran kadar glukosa darah yang telah terhimpun, kemudian diproyeksikan pada dua sumbu, yaitu sumbu X untuk waktu (dalam menit) dan kadar sumbu Y untuk kadar glukosa darah (mg/dL). Nilai IG diperoleh dari hasil perhitungan luangan area di bawah kurva hasil pengukuran kadar glukosa darah dari kripik spirulina dibandingkan dengan luas bidang di bawah kurva hasil pengukuran glukosa darah dari pangan standar (glukosa murni) kemudian hasilnya dikalikan 100²¹. Nilai IG pangan diklasifikasikan menjadi 3 kelompok, yaitu pangan IG rendah (<55), IG sedang (55-70), dan IG tinggi (>70)²².

Uji organoleptik

Uji organoleptik yang dilakukan adalah uji hedonik dengan melibatkan 35 panelis agak terlatih dengan kriteria usia antara 20-40 tahun, pernah mengikuti pelatihan/pembelajaran tentang sensorik makanan dan lolos uji kepekaan mutu sensorik makanan yang dilakukan oleh peneliti²³. Pada uji organoleptik ini, panelis diminta memberikan penilaian subjektifnya terhadap rasa, aroma, tekstur, rasa dan warna dari produk kripik spirulina. Tanggapan tersebut berupa penilaian suka atau tidak suka dalam skala hedonik 1 s/d 5 (1 = sangat tidak suka, 2 = tidak suka, 3 = netral, 4 = suka, 5 = Sangat suka)²⁴.

Uji kandungan zat gizi

Analisis kandungan gizi yang dilakukan antara lain kadar air dan abu menggunakan metode gravimetri⁷, kadar lemak dengan Soxhlet, kadar protein menggunakan metode Kjeldahl, serta kadar karbohidrat *by difference*,²⁵

Analisa Data

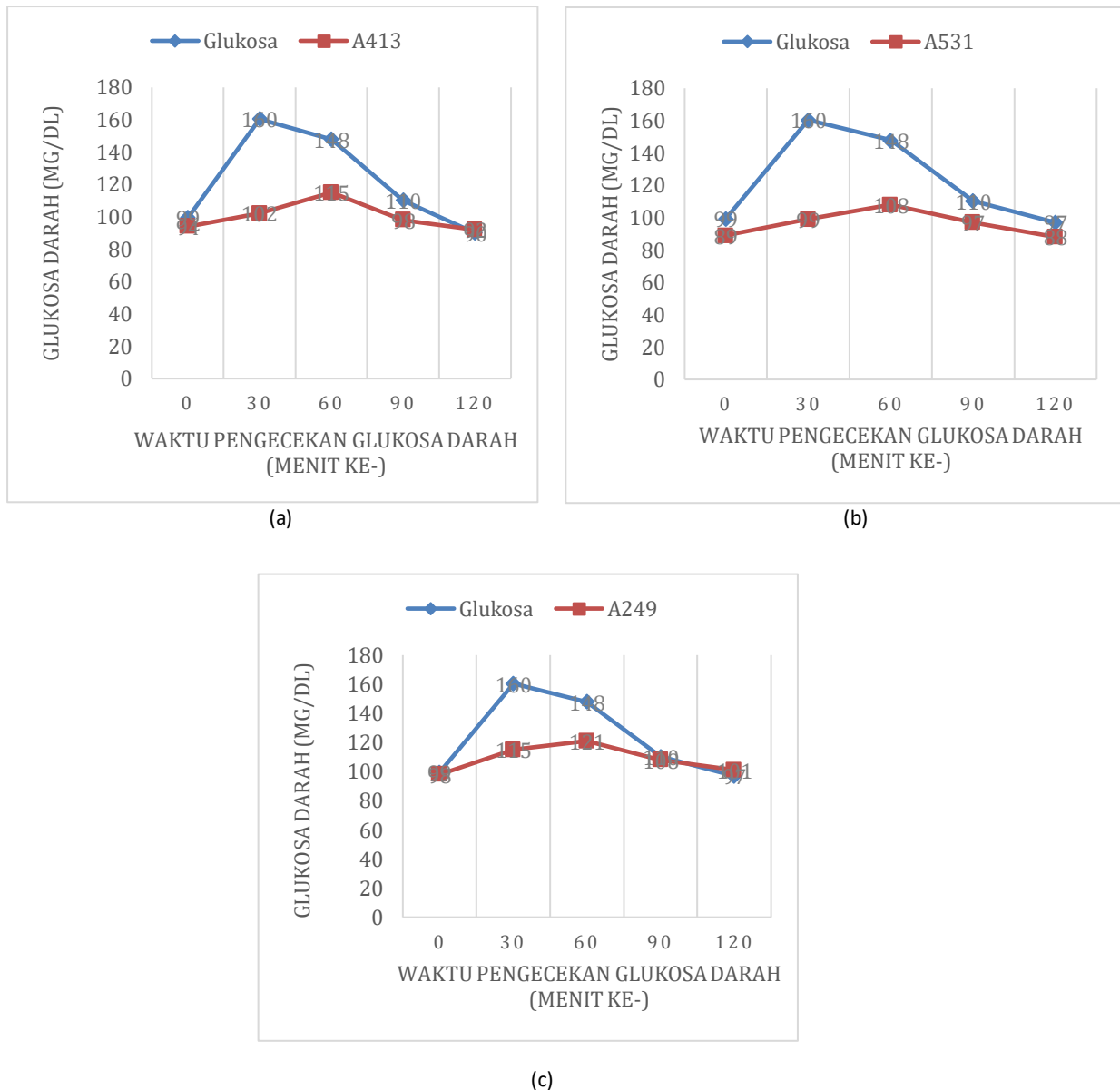
Nilai IG diperoleh dari hasil perhitungan luangan area di bawah kurva hasil pengukuran kadar glukosa darah dari kripik spirulina dibandingkan dengan luas area di bawah kurva pengukuran glukosa darah dari pangan standar kemudian hasilnya dikalikan 100. Data Hasil uji organoleptik dianalisis dengan statistik *non-parametric* pada program SPSS menggunakan uji *Kruskall-wallis* dilanjutkan uji *post-hoc* dengan 2-Independent sample (*Mann Whitney*) apabila dan jika terdapat perbedaan yang signifikan/nyata maka dilanjutkan dengan uji 2-Independent sample (*Mann Whitney*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Indeks glikemik

Nilai IG dapat diartikan nilai yang merepresentasikan kemampuan bahan pangan yang mengandung karbohidrat terhadap respon glukosa darah²¹. Pada penelitian ini menunjukkan, rata-rata kadar glukosa darah responden yang diberi glukosa murni pada menit ke-0 = 99 mg/dL, menit ke-30 = 160 mg/dL, menit ke-60 = 148 mg/dL, menit ke-90 = 110 mg/dL, dan menit ke-120 = 97 mg/dL. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan tajam setelah 30 menit mengonsumsi glukosa murni kemudian menunjukkan penurunan secara perlahan di menit ke-60 hingga menit ke-120. Berbeda dengan hasil pengukuran glukosa darah pada kripik spirulina, puncak tertinggi kadar glukosa darah terjadi pada menit ke-60, kemudian menurun setelahnya. Dibandingkan dengan hasil pengukuran glukosa murni, kurva hasil pengukuran glukosa darah pada kripik spirulina hingga menit ke-120 lebih landai (Gambar 1).

Hasil perhitungan nilai IG pada pangan uji antara lain formula A413 memiliki nilai IG 33; formula A531 memiliki nilai indeks glikemik 28 dan formula A249 memiliki nilai indeks glikemik 34. Ketiga formulasi kripik yang berbahan dasar tepung komposit dan diperkaya *Spirulina sp.*, tergolong memiliki nilai IG yang rendah (<55). Hal ini membuktikan bahwa penggunaan komposit tepung bebas gluten yang diperkaya *Spirulina platensis* sebagai bahan baku produk pangan jenis kripik dapat mencegah peningkatan glukosa darah.



Gambar 2. Perbandingan respon glukosa darah setelah mengonsumsi glukosa darah dan pangan uji (a) Formula 413; (b) Formula A531; (c) Formula A249

Penelitian sejenis yang melakukan uji nilai IG pada formulasi snack/kudapan yang bebas gluten telah dilakukan, seperti kudapan berupa *snack bar* berbahan dasar tepung pisang kepok dan tepung kacang hijau menunjukkan nilai IG 33,2 yang juga tergolong IG rendah²⁶. Penelitian Ningrum *et al.* (2022) tentang modifikasi keripik berbahan dasar ikan bandeng dan daun kenikir dengan tambahan campuran tepung mocaf, maizena dan tapioka juga mempunyai nilai IG yang rendah yaitu 26,3²⁷. Penelitian Trisnawati (2017) tentang uji IG pada formulasi keripik yang disubstitusi tepung bekatul dan tepung labu kuning juga memiliki nilai IG rendah yaitu 51. Sebagai pembandingan, nilai IG keripik komersial yang dijual dipasaran tergolong tinggi yaitu 87²⁸.

Kandungan polisakarida (terutama amilosa) pada suatu pangan membuat kadar IG menjadi lebih rendah¹⁵. Faktor lain yang mempengaruhi IG pada bahan pangan

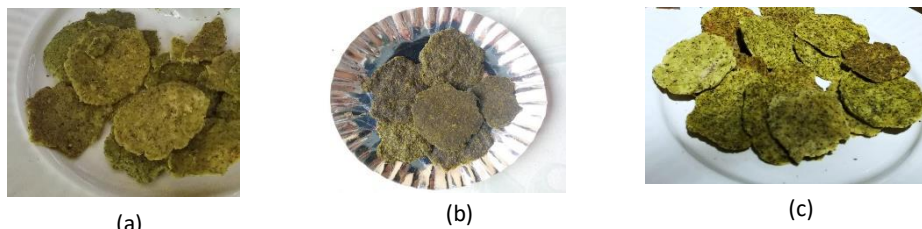
yaitu adanya penambahan komponen bioaktif seperti polifenol. Enzim pencernaan bertugas untuk memecah ikatan kompleks pada pati melalui proses hidrolisis. Terbentuknya senyawa kompleks dari pati dengan polifenol menyebabkan enzim pencernaan tidak memecahnya menjadi bentuk sederhana (glukosa). Hal ini dapat mengakibatkan respon insulin juga rendah sehingga dapat menekan kadar glukosa darah dalam tubuh²⁹.

Ketika karbohidrat dikonsumsi, tubuh akan bereaksi dengan memberikan sinyal kepada pankreas. Adanya asupan karbohidrat menyebabkan glukosa darah naik. Sel-sel β -pankreas akan melepaskan insulin. Insulin memfasilitasi masuknya glukosa dengan cara membuka sel tubuh. Glukosa yang berhasil masuk ke sel dapat dijadikan bahan bakar untuk menghasilkan energi. Insulin memiliki peran yang penting terutama dalam meningkatkan kecepatan proses glikolisis,

glikogenesis di otot dan hati, serta meningkatnya sintesis lipid dan protein yang berasal dari glukosa²¹. Pangan yang memiliki nilai IG yang rendah akan dipecah menjadi monosakarida (glukosa) secara perlahan dan bertahap. Hal ini yang menyebabkan puncak kenaikan kadar glukosa darah menjadi rendah, artinya naiknya kadar glukosa darah tidak ekstrim (landai). Hal ini sangat penting bagi penyintas DM untuk mengontrol kadar gula darah²⁵.

Uji Organoleptik

Pengujian organoleptik disebut juga sebagai pengujian yang didasarkan penilaian alat indra yang melibatkan fisio-psikologis, yaitu pengenalan akan sifat-sifat produk yang diuji berdasarkan rangsangan yang diterima alat indra dari produk. Pada penelitian ini terdapat tiga sampel antara lain A413, A531 dan A249 yang dinilai dari segi warna, aroma, rasa, tekstur dan kerenyahan. Adapun sampel yang diuji organoleptik terdapat pada Gambar 2.



Gambar 3. Sampel keripik pada uji organoleptik (a) A413 (b) A531 (c) A249

Berdasarkan penilaian dari 35 panelis agak terlatih pada tiga formula menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan pada variable warna, tekstur dan kerenyahan (Tabel 1). Berdasarkan warna sampel A413 lebih disukai ($3,5 \pm 0,6$) dibandingkan dengan sampel yang lain. Sampel A513 memiliki kelebihan yaitu lebih disukai dari segi tekstur dan kerenyahan

dibandingkan sampel A249, namun dari segi tekstur tidak berbeda signifikan dengan A413. Meskipun A531 lebih disukai dari tekstur dan kerenyahan dibandingkan formula yang lain, namun jika dibandingkan dengan nilai rata-rata keseluruhan, tidak ada perbedaan nyata antara penilaian mutu sensorik A413 dan A531 ($p\text{-value}>0,05$).

Tabel 1. Hasil Uji Organoleptik

Sampel	Warna	Aroma	Rasa	Tekstur	Kerenyahan	Rata-rata nilai keseluruhan
A413	$3,5 \pm 0,6^a$	$3,4 \pm 0,7^a$	$2,8 \pm 0,8^a$	$2,8 \pm 0,7^{ab}$	$2,7 \pm 0,8^a$	$3,1 \pm 0,4^a$
A531	$3,1 \pm 0,7^b$	$3,0 \pm 0,8^a$	$3,1 \pm 0,7^a$	$3,0 \pm 0,5^b$	$3,1 \pm 0,9^b$	$3,1 \pm 0,5^a$
A249	$2,9 \pm 0,6^b$	$3,0 \pm 0,7^a$	$2,8 \pm 0,7^a$	$2,6 \pm 0,7^a$	$2,8 \pm 0,6^a$	$2,9 \pm 0,5^b$
<i>p-value</i> ¹	0,003*	0,110	0,309	0,029*	0,050*	0,048*

¹ Uji beda kruskal wallis (dilanjutkan post hoc mann-whitney*), signifikan pada $p\text{-value}<0.05$; perbedaan abjad menunjukkan berbeda nyata

Perbedaan komposisi bahan baku utama pada setiap sampel terbukti memberikan hasil yang berbeda terhadap reaksi rangsangan. Kerenyahan merupakan salah satu parameter mutu yang penting bagi produk keripik. Selain itu keripik adalah makanan ringan yang lebih mengutamakan kenampakan dan tekstur³⁰. Komposisi tepung tapioka yang lebih banyak yaitu sebanyak 40% pada formulasi produk A531, memberikan pengaruh terhadap kerenyahan yang lebih baik. Tapioka memiliki kandungan amilopektin yang tinggi. Penggunaan pati yang tinggi kandungan amilopektinnya dapat membentuk gel lentur/tidak kaku, sebaliknya kandungan amilopekti yang rendah pada pati akan membentuk gel yang kaku. Tingginya kadar Amilopektin pada pati seperti tepung tapioka mampu menyerap air yang besar. Hal ini disebabkan oleh molekul pati yang mempunyai jumlah gugus hidroksil lebih banyak. Semakin banyak rasio penggunaan tepung tapioka pada produk maka fraksi amilopektin akan semakin tinggi sehingga pada proses pemanggangan, pati akan

mengalami pembengkakan, pecah dan daya menyerap airnya pun semakin tinggi³¹. Hal ini yang menyebabkan produk keripik spirulina yang komposisi tepung tapiokanya banyak renyah. Kendatipun secara statistik tidak ada perbedaan yang nyata dari rata-rata nilai keseluruhan penilaian mutu sensorik, Formula A531 tetap unggul pada parameter mutu terpenting dari produk keripik yaitu kerenyahan dan tekstur.

Kandungan zat gizi produk

Analisis zat gizi yang dilakukan pada keripik terbatas pada kandungan makronutrien yaitu karbohidrat, protein, lemak, air dan abu. Berdasarkan hasil analisis rata-rata kandungan karbohidrat sampel antara 80-82 g per 100 g bahan dengan A531. Selisih antar formula tidak terlalu besar karena bahan dasar ketiga formula sama hanya proporsinya yang berbeda. Kandungan karbohidrat ini dapat menyumbang 320 kkal/100 g. Hasil analisis proksimat tersedia pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji proksimat keripik per 100 g

Kandungan Gizi	A413 (g)	A531 (g)	A249 (g)
Karbohidrat	81,64	82,32	80,12
Protein	8,91	8,79	8,65
Lemak	2,11	2,03	1,91
Air	4,78	4,37	4,22
Abu	2,56	2,49	2,31

Kandungan protein, lemak air dan abu sampel A413 merupakan yang tertinggi ditinjau ketiga formula, tetapi selisih antara ketiga formulasi sangat kecil (Tabel 2). Sumber protein utama dari ketiga produk diperoleh dari penambahan telur dan spirulina yang takarannya sama untuk ketiga sampel. Begitupula dengan lemak, yang diperoleh dari minyak sayur, yang mana takaran minyak yang ditambahkan pun sama untuk ketiga adonan formulasi yaitu sebanyak 10g.

Secara umum telah ada aturan yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI) 2886-2015 terkait makanan ringan ekstrudat. Berdasarkan kadar air, kadar air maksimum yang disyaratkan yaitu 4%³². Pada penelitian ini semua sampel formulasi memiliki kandungan >4% (belum memenuhi standar SNI. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kadar air produk pangan seperti bentuk, ukuran, ketebalan, waktu dan suhu pemanggangan. Semakin besar bentuk, ukuran dan ketebalan maka akan lama waktu yang dibutuhkan untuk menguapkan air dari produk akan semakin lama³³.

Batas kadar abu berdasarkan SNI 2886-2015 tidak larut asam yang disyaratkan tidak boleh melebihi 0,1%. Hasil nilai kadar abu ketiga sampel melebihi ketentuan SNI. Kadar abu pada produk makanan dapat merepresentasikan kandungan mineral bahan. Semakin tinggi kadar abu, maka semakin tinggi kandungan mineral produk dan memengaruhi nilai gizinya³⁴. Selain itu, kadar abu dalam produk erat kaitannya dengan kadar abu bahan baku yang digunakan serta kebersihan saat proses pengolahan³².

Kadar lemak yang ditetapkan SNI untuk makanan ringan ekstrudat yang tidak digoreng adalah 30%³². Ketiga formulasi produk telah memenuhi persyaratan mutu SNI. Hal ini terkait dengan cara pengolahan. Pengolahan dengan cara dioven akan menurunkan penggunaan minyak, sehingga kandungan lemak menjadi rendah.

Kelebihan penelitian ini antara lain keterlibatan responden yang cukup banyak dalam pengukuran indeks glikemik (10 orang) baik laki-laki dan perempuan dengan kriteria yang ketat. Hal ini bertujuan agar hasil pengukuran dapat menggambarkan nilai yang objektif. Keterlibatan panelis agak terlatih dengan jumlah yang cukup (35 orang) dapat menggambarkan penerimaan konsumen target pasar produk. Kekurangan penelitian ini adalah belum melakukan uji klinis terkait efikasi konsumsi produk dalam mengontrol glukosa darah.

KESIMPULAN

Formulasi keripik bebas gluten yang diperkaya *Spirulina sp* dapat dijadikan alternatif jajanan sehat dengan nilai indeks glikemik rendah. Formula A531 memiliki keunggulan dibandingkan formula lain yaitu nilai indeks glikemik terendah dan lebih diterima dari segi tekstur dan kerenyahan.

ACKNOWLEDGEMENT

Terima kasih kami ucapkan kepada Pimpinan Universitas Muhammadiyah Gresik (Rektor dan Direktur Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat beserta jajarannya) yang telah memberikan dukungan pembiayaan dan penggunaan fasilitas sehingga penelitian dapat terlaksana sesuai yang direncanakan. Tidak lupa kepada Dekan Fakultas Kesehatan Universitas Muhammadiyah Gresik dan Kepala Laboratorium Fakultas Kesehatan Universitas Muhammadiyah Gresik yang banyak membantu dan memfasilitasi penggunaan laboratorium sehingga penelitian selesai tepat waktu. Terkhusus, kami menyampaikan apresiasi atas bantuan dan dukungan dari teman sejawat dosen Program Studi Ilmu Gizi Universitas Muhammadiyah Gresik.

KONFLIK KEPENTINGAN DAN SUMBER PENDANAAN

Semua penulis tidak memiliki konflik kepentingan terhadap artikel ini. Penelitian ini didanai oleh Universitas Muhammadiyah Gresik sesuai kontrak penelitian No 055/II.3.UMG/MoU/DPPM/2022.

KONTRIBUSI PENULIS

AR: *conceptualization, investigation, supervision, writing-original draft, funding acquisition*; DNS: *conceptualization, investigation, data curation*; SAP: *formal analysis, methodology, supervision validation*; EM: *project administration, resources, software, writing-original draft*; ESA: *writing-review & editing*.

REFERENSI

1. Marbun, A.S., Aryani, N., Sipayung, N., & Sinaga, A. . Pengetahuan lima pilar dengan kadar gula darah pada pasien diabetes melitus tipe II di UPT Puskesmas Kenangan. *J. TEKESNOS* **4**, 208–217 (2022).
2. [KEMENKES RI] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. *Profil Kesehatan Indonesia 2018*. (2019).
3. [BALITBANGKES] Balai Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. *Riset Kesehatan Dasar. Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS)* (2013).
4. Saputri, R. D. Komplikasi Sistemik pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2. *J. Ilm. Kesehat. Sandi Husada* **11**, 230–236 (2020). <https://doi.org/10.35816/jiskh.v11i1.254>
5. Selano, M. K. Hubungan Lama Menderita Dengan Kejadian Neuropati Diabetikum Pada Pasien Diabetes Melitus. *J. Smart Keperawatan* **8**, 129 (2021). <https://doi.org/10.34310/jskp.v8i2.505>
6. Septianingrum, E., Liyanan, L. & Kusbiantoro, B. Review Indeks Glikemik Beras: Faktor-Faktor yang Mempengaruhi dan Keterkaitannya terhadap Kesehatan Tubuh. *J. Kesehat.* **9**, 1 (2016).

- <https://doi.org/10.23917/jurkes.v9i1.3434>
7. Lazarou, C., Panagiotakos, D. & Matalas, A.-L. The Role of Diet in Prevention and Management of Type 2 Diabetes: Implications for Public Health. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* **52**, 382–389 (2012). <https://doi.org/10.1080/10408398.2010.500258>
 8. Lazarou, C., Panagiotakos, D. & Matalas, A. The Role of Diet in Prevention and Management of Type 2 Diabetes: Implications for Public Health. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* **52**, 382–389 (2012). <https://doi.org/10.1080/10408398.2010.500258>
 9. Zong, G. et al. Gluten intake and risk of type 2 diabetes in three large prospective cohort studies of US men and women. *Diabetologia* **61**, 2164–2173 (2018). <https://doi.org/10.1007/s00125-018-4697-9>
 10. Ludvigsson, J. F. et al. The Oslo definitions for coeliac disease and related terms. *Gut* **62**, 43–52 (2013). <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2011-301346>
 11. Serena, G., Camhi, S., Sturgeon, C., Yan, S. & Fasano, A. The Role of Gluten in Celiac Disease and Type 1 Diabetes. *Nutrients* **7**, 7143–7162 (2015). <https://doi.org/10.3390/nu7095329>
 12. Warsito, H. & Sa'diyah, K. Studi Pembuatan Klepon dengan Substitusi Tepung Sagu sebagai Alternatif Makanan Selingan Indeks Glikemik Rendah Bagi Penderita Diabetes Meliitus Tipe 2. *J. Kesehatan.* **7**, 45–57 (2019). <https://doi.org/10.25047/j-kes.v7i1.74>
 13. Pateda, V. & Nofi, L. S. Pengaruh Konsumsi Beras Indeks Glikemik Rendah Terhadap Pengendalian Metabolik Diabetes Melitus Tipe-1. *Sari Pediatr.* **10**, 320 (2016). <https://doi.org/10.14238/sp10.5.2009.320-4>
 14. Suloi, A.N.F., Rumitasari, A., Farid, J. A., Fitriani, S. N. A., & Ramadhani, N. L. Snack bars : camilan sehat rendah indeks glikemik sebagai alternatif pencegahan penderita diabetes. **2**, 118–125 (2020).
 15. Bintanah, S., Jauharany, F. F., Gizi, P. & Muhammadiyah, U. Analisa Zat Gizi dan Tingkat Kesukaan Pada Tepung Talas Bening (xanthosoma undipes koch) Sebagai Pangan Fungsional Untuk Menurunkan Kadar Gula Darah efek metabolik yaitu mengurangi episode hipoglikemia . (Giacco R , 2002) . glikemik yang renada dari s. 1689–1697.
 16. Iqbal, M., Ma'aruf, W.F., S. Pengaruh penambahan mikroalga Spirulina platensis dan mikroalga Skeletonema costatum terhadap kualitas sosis ikan bandeng (Chanos chanos frosk). **5**, 56–63 (2016).
 17. Andrade, L. M. Chlorella and Spirulina Microalgae as Sources of Functional Foods, Nutraceuticals, and Food Supplements; an Overview. *MOJ Food Process. Technol.* **6**, (2018). <https://doi.org/10.15406/mojfpt.2018.06.00144>
 18. Firdayani, F. & Winarni Agustini, T. Ekstraksi Senyawa Bioaktif sebagai Antioksidan Alami Spirulina Platensis Segar dengan Pelarut yang Berbeda. *J. Pengolah. Has. Perikan. Indones.* **18**, 28–37 (2015). <https://doi.org/10.17844/jphpi.2015.18.1.28>
 19. Prawitasari, D. S. Diabetes Melitus dan Antioksidan. *KELUWIH J. Kesehat. dan Kedokt.* **1**, 48–52 (2019). <https://doi.org/10.24123/kesdok.V1i1.2496>
 20. Siti Halimatul Munawaroh, H. et al. In-vitro molecular docking analysis of microalgae extracted phycocyanin as an anti-diabetic candidate. *Biochem. Eng. J.* **161**, 107666 (2020). <https://doi.org/10.1016/j.bej.2020.107666>
 21. Solang, M., Ningsih N. Ismail, Y. & D. Uno, W. Komposisi Proksimat dan Indeks Glikemik Nira Aren. *Biospecies* **13**, 1–9 (2020). <https://doi.org/10.22437/biospecies.v13i2.8761>
 22. Istiqomah, A. *Indeks Glikemik , Beban Glikemik , Kadar Protein , Serat Dan Tingkat Kesukaan Kue Kering Tepung Garut Dengan Substitusi Tepung Kacang Merah.* (2015). <https://doi.org/10.14710/jnc.v4i4.10171>
 23. Khairunnisa, A. & Syukri, A. A. Praktik Sensorik dan Bias Panelis. *Univ. Terbuka* 1–29 (2019).
 24. Sarastani, D., Kusumanti, I. & Indriastuti, C. E. Uji Penerimaan Konsumen terhadap Mutu Organoleptik Petis Ikan Situbondo dengan Metode Uji Kesukaan. *Biosci. J. Ilm. Biol.* **11**, 32 (2023). <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v11i1.6984>
 25. Dini, R. Z. & Rustanti, N. Pengaruh Substitusi Tepung Ampas Kelapa terhadap Nilai Indeks Glikemik, Beban Glikemik, dan Tingkat Kesukaan Roti. *J. Nutr. Coll.* **3**, 213–221 (2014). <https://doi.org/10.14710/jnc.v3i1.4599>
 26. Afifah, D. N. et al. Analisis Kandungan Zat Gizi, Pati Resisten, Indeks Glikemik, Beban Glikemik dan Daya Terima Cookies Tepung Pisang Kepok (Musa paradisiaca) Termodifikasi Enzimatis dan Tepung Kacang Hijau (Vigna radiate). *J. Apl. Teknol. Pangan* **9**, 101–107 (2020). <https://doi.org/10.17728/jatp.8148>
 27. Ningrum, D. O. et al. Pengukuran Indeks Glikemik Pangan Modifikasi Snack Berbahan Dasar Ikan Gabus (Chana micropeltes) dan Daun Kenikir (Cosmos caudatus). *Ghidza Media J.* **4**, 117 (2022). <https://doi.org/10.30587/ghidzamediajurnal.v4i1.4784>
 28. Trisnawati, W. Analisis Indeks Glikemik dan Komposisi Gizi Keripik Simulasi Substitusi Tepung Bekatul dengan Tepung Labu Kuning. *J. Apl. Teknol. Pangan* **6**, 143–147 (2017). <https://doi.org/10.17728/jatp.235>
 29. Fajriah, F., Faridah, D. N. & Herawati, D. Penurunan Indeks Glikemik Nasi Putih dengan Penambahan Ekstrak Serai dan Daun Salam. *J. Teknol. dan Ind. Pangan* **33**, 169–177 (2022). <https://doi.org/10.6066/jtip.2022.33.2.169>
 30. Parhusip, A., Neysha, A., Halim, L. & Iwantoro, F. O. Aplikasi Pre-Heating dan Edible Coating untuk Peningkatan Kualitas Keripik Kentang. *J. Mutu Pangan Indones. J. Food Qual.* **8**, 53–62 (2021). <https://doi.org/10.29244/jmpi.2021.8.1.53>
 31. Rahman, M. & Mardesci, H. Pengaruh

- Perbandingan Tepung Beras dan Tepung Tapioka terhadap Penerimaan Konsumen pada Cendol. *J. Teknol. Pertan.* **4**, 18–28 (2015). <https://doi.org/10.32520/jtp.v4i1.76>
32. Malik, Z. K., Puspasari, E. & Nurlaela, R. S. Karakteristik Kimia dan Sensori Stik Bawang dengan Penambahan Tepung Biji Alpukat (Persea americana Mill). *Karimah Tauhid* **3**, 5600–5619 (2024). <https://doi.org/10.30997/karimahtauhid.v3i5.13203>
33. Taula'bi', M. S. D., Oesoe, Y. Y. E. & Sumual, M. F. Kajian Komposisi Kimia Snack Bars Dari Berbagai Bahan Baku Lokal : Systematic Review Study of the Chemical Composition of Snack Bars From Various Local Raw Materials : Systematic Review. *Agri-Sosioekonomi* **17**, 15 (2021). <https://doi.org/10.35791/agrsosek.17.1.2021.32236>
34. Julfi Restu Amelia, Intan Nurul Azni, Iman Basriman, F. N. W. P. Karakteristik Kimia Minuman Sari Tempe-Jahe dengan Penambahan Carboxy Methyl Cellulose dan Gom Arab pada Konsentrasi yang Berbeda. *Chim. Nat. Acta* **9**, 36–44 (2021). <https://doi.org/10.24198/cna.v9.n1.33038>