

RESEARCH STUDY

Indonesian Version

OPEN ACCESS

Pengaruh Proporsi Tepung Sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.) dan Tepung Sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) terhadap Pati Resistan, Kandungan Gizi, dan Sifat Organoleptik Kukis untuk Diabetes Melitus Tipe 2

The Effect of Sago (Metroxylon sagu Rottb.) Flour and Sorghum (Sorghum bicolor L. Moench) Flour Proportion on Resistant Starch, Nutrient, and Organoleptic Properties of Cookies for Type 2 Diabetes Mellitus

Hana Tri Lestari¹, A'immatul Fauziyah^{1*}, Nanang Nasrulloh¹¹Program Studi Gizi Program Sarjana, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta, Jakarta, Indonesia

INFO ARTIKEL

Received: 13-09-2024

Accepted: 27-01-2025

Published online: 14-03-2025

*Koresponden:

A'immatul Fauziyah

aimmatulfauziyah@upnvj.ac.id

DOI:

[10.20473/amnt.v9i1.2025.64-75](https://doi.org/10.20473/amnt.v9i1.2025.64-75)

Tersedia secara online:

[https://e-](https://e-journal.unair.ac.id/AMNT)[journal.unair.ac.id/AMNT](https://e-journal.unair.ac.id/AMNT)

Kata Kunci:

Pati Resistan, Sagu, Sorgum, Diabetes Melitus, Kukis

ABSTRAK

Latar Belakang: Riset Kesehatan Dasar (2018) menyebutkan kasus diabetes melitus (DM) pada populasi berusia mulai dari 15 tahun sebesar 8,5% dengan 90–95% di antaranya merupakan diabetes melitus tipe 2 (DMT2). Oleh karena itu, diperlukan tindakan korektif melalui modifikasi makanan untuk mengontrol glukosa darah. Sagu dan sorgum mengandung pati resistan yang dapat berkontribusi dalam peningkatan respons glikemik dan insulin.

Tujuan: Untuk menganalisis pengaruh proporsi tepung sago dan tepung sorgum terhadap pati resistan, kandungan gizi, dan sifat organoleptik kukis yang ditujukan kepada penderita DMT2.

Metode: Penelitian menggunakan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 variasi perlakuan tepung sago dan tepung sorgum, yaitu F1 (100%:0%), F2 (75%:25%), F3 (50%:50%), F4 (25%:75%), dan F5 (0%:100%) yang diulang sebanyak 2 kali. Pengolahan data pati resistan dan kandungan gizi menggunakan uji *one way* ANOVA, dilanjutkan dengan uji *Duncan* jika terdapat perbedaan yang signifikan. Data sifat organoleptik dianalisis dengan uji *Kruskal Wallis*. Formulasi terbaik ditetapkan berdasarkan metode *De Garmo*.

Hasil: Hasil penelitian memperlihatkan perbedaan yang signifikan pada pati resistan (p -value=0,002), protein (p -value<0,001), karbohidrat (p -value=0,012), dan kadar abu (p -value=0,005). Sebaliknya, tidak ditemukan perbedaan yang signifikan pada lemak (p -value=0,514), kadar air (p -value=0,881), warna (p -value=0,891), aroma (p -value=0,061), tekstur (p -value=0,164), dan rasa (p -value=0,421). Formulasi terbaik adalah kukis F2 yang mengandung 6,31% pati resistan; 7,34% protein; 23,69% lemak; 50,95% karbohidrat; 16,19% kadar air; dan 1,84% kadar abu.

Kesimpulan: Proporsi tepung sago dan tepung sorgum secara signifikan mempengaruhi kandungan pati resistan, protein, karbohidrat, dan kadar abu, tetapi tidak berpengaruh secara signifikan terhadap lemak, kadar air, dan sifat organoleptik.

PENDAHULUAN

International Diabetes Federation (2021) melaporkan 536,6 juta orang dewasa berumur 20 hingga 79 tahun didiagnosis diabetes melitus (DM)¹. Indonesia menduduki posisi kelima sebagai negara dengan kasus DM terbanyak pada tahun 2021. Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) (2018) mencatat 8,5% penduduk Indonesia berusia ≥ 15 tahun menderita DM². Jumlah tersebut telah meningkat dari 6,9% pada tahun 2013. Sebagian besar kasus DM yang didiagnosis adalah diabetes melitus tipe 2 (DMT2) dengan prevalensi 90–95%³.

DMT2 diakibatkan oleh kombinasi antara gangguan produksi insulin dan ketidakmampuan sel untuk merespons insulin⁴. Secara progresif, kondisi ini menyebabkan homeostasis glukosa darah tidak dapat dipertahankan. Kinerja dan produksi insulin dipengaruhi oleh transformasi gaya hidup, terutama ketidakseimbangan pola makan⁵. Konsumsi karbohidrat sederhana dan gula dalam jangka panjang dapat meningkatkan risiko DMT2⁶.

Upaya pengendalian glukosa darah dapat dilakukan melalui konsumsi pati resistan. Pati resistan merupakan karbohidrat kompleks yang tidak terurai di

usus halus dan difermentasi di usus besar⁷. Pati resistan memiliki efek positif bagi metabolisme glukosa darah dengan meningkatkan respons glikemik dan insulin, memodulasi mikrobiota usus, dan mengendalikan metabolisme lipid⁸. Meta-analisis membuktikan suplementasi pati resistan dapat memperbaiki glukosa puasa, insulin puasa, dan sensitivitas insulin pada penderita DM yang obesitas⁹. Hasil fermentasi pati resistan yang berupa *short chain fatty acids* (SCFA) mampu menjaga homeostasis glukosa darah melalui peningkatan sekresi *Glucagon Like Peptide-1* (GLP-1)¹⁰. Maka dari itu, Food Agriculture Organization (FAO) merekomendasikan konsumsi pati resistan sebanyak 15–20 gram per hari¹¹.

Sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.) merupakan pangan lokal yang mengandung pati resistan lebih tinggi daripada beras¹². Sagu alami mengandung pati resistan sebesar 31,26%¹³. Penelitian Wahjuningsih *et al.* yang mengungkapkan bahwa pati resistan beras analog sagu (12,25%) lebih tinggi daripada beras mentik wangi (10,72%)¹⁴. Temuan Hariyanto (2017) menunjukkan intervensi beras pati sagu dan kacang merah berhasil mengurangi glukosa darah, total kolesterol, dan trigliserida setelah makan secara signifikan¹⁵.

Pengolahan sagu menjadi tepung dapat menjadi nilai tambah dengan memperpanjang umur simpan. Tepung sagu memiliki kandungan amilosa yang tinggi, yaitu 27%–39,69%^{16,17}. Makanan tinggi amilosa terdiri atas ikatan yang solid sehingga proses pencernaan menjadi lebih lambat dan lonjakan glukosa dapat dicegah¹⁸. Namun, komponen protein dan lemak cenderung rendah sehingga perlu dikombinasikan dengan pangan lainnya.

Sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) merupakan sereal yang mengandung pati resistan sebesar 21,89%¹⁹. Nilai tersebut lebih tinggi daripada tepung terigu yang hanya mengandung pati resistan sebesar 15,1%²⁰. Selain itu, zat gizi sorgum diketahui lebih unggul daripada beras dan jagung. Biji sorgum mengandung 4,4–21,1% protein; 2,1–7,6% lemak; 57–80,6% karbohidrat; 75%–90% *insoluble fiber* dan 10%–25% *soluble fiber*; serta 1,3–3,5% mineral total^{21,22}. Sorgum terbukti mampu memberikan efek hipoglikemik sehingga glukosa darah terkontrol²³. Penelitian sebelumnya menyebutkan glukosa darah puasa pada laki-laki dewasa dengan obesitas lebih rendah setelah diberikan intervensi kukis sorgum selama 28 hari²⁴.

Manfaat pati resistan dalam mengatur glukosa darah menekankan pentingnya modifikasi pangan untuk

meningkatkan kandungan pati resistan. Salah satu produk pangan yang dapat dimodifikasi adalah kukis. Banyak orang menunjukkan minat yang tinggi terhadap kukis. Statistik Konsumsi Pangan (2020) menyatakan tingkat konsumsi kue kering termasuk kukis sebesar 0,438 ons/minggu di Indonesia²⁵. Sementara itu, menurut penelitian Fernández-Carrión *et al.* (2021), subjek dengan DMT2 memiliki preferensi yang sedikit lebih tinggi terhadap rasa manis, seperti minuman manis, kukis, dan kue daripada subjek non-DMT2²⁶. Kukis umumnya dikonsumsi sebagai makanan ringan dengan bahan dasar tepung terigu yang memiliki tekstur renyah dan rasa manis²⁷. Penggunaan tepung terigu dan gula menyebabkan kukis cenderung memiliki indeks glikemik tinggi serta pati resistan rendah. Penelitian oleh Giuberti *et al.* (2016) mengungkapkan pati resistan kukis berbahan baku tepung terigu sebesar 1,6%²⁸. Oleh karena itu, modifikasi pangan menggunakan sagu dan sorgum sebagai pengganti tepung terigu diprediksi dapat meningkatkan kandungan pati resistan kukis.

Penelitian terdahulu menemukan bahwa *snack bar* beras hitam dengan penambahan pati sagu dan tempe menghasilkan pati resistan yang tinggi, yaitu 6,29%–8,8%²⁹. Penelitian lain juga menunjukkan *snack bar* berbahan dasar sorgum putih menghasilkan pati resistan yang tergolong tinggi, yaitu 7,19%³⁰. Oleh karena itu, pengembangan inovasi kukis pati resistan dengan kombinasi tepung sagu dan tepung sorgum diperlukan untuk mengontrol glukosa darah. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pengaruh perbandingan tepung sagu dan tepung sorgum terhadap pati resistan, kandungan gizi, serta sifat organoleptik kukis.

METODE

Desain Penelitian

Seluruh rancangan penelitian ini telah memperoleh persetujuan dari Komite Kode Etik Penelitian Kesehatan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta melalui Surat Nomor 103/III/2024/KEP yang dirilis pada tanggal 28 Maret 2024. Metode yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) 5 taraf perlakuan dan 2 pengulangan. Perlakuan yang digunakan antara lain F1 (100% tepung sagu:0% tepung sorgum), F2 (75% tepung sagu:25% tepung sorgum), F3 (50% tepung sagu:50% tepung sorgum), F4 (25% tepung sagu:75% tepung sorgum), dan F5 (0% tepung sagu:100% tepung sorgum). Perlakuan diformulasikan untuk memenuhi kebutuhan pati resistan per hari pada makanan ringan.

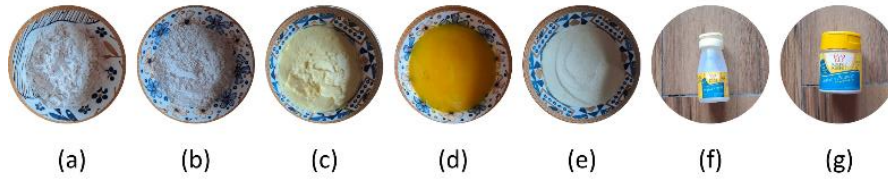
Tabel 1. Formulasi Kukis Tepung Sagu dan Tepung Sorgum

Bahan (gram)	F1	F2	F3	F4	F5
Tepung Sagu	50	37,5	25	12,5	0
Tepung Sorgum	0	12,5	25	37,5	50
Margarin	20	20	20	20	20
Kuning Telur	19	19	19	19	19
Susu Skim	10	10	10	10	10
Baking Powder	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Bubuk Vanili	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Total	100	100	100	100	100

Waktu dan Tempat

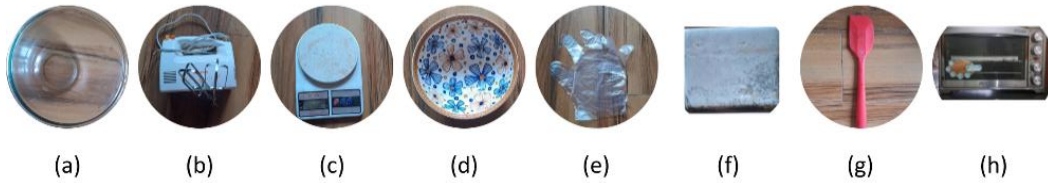
Penelitian berlangsung selama Januari hingga Juli 2024. Pembuatan kukis dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Pangan, Universitas Pembangunan Nasional

“Veteran” Jakarta. Analisis pati resistan dilaksanakan di Laboratorium CV Chem-Mix Pratama. Analisis proksimat dilaksanakan di Laboratorium Saraswanti Indo Genetech.



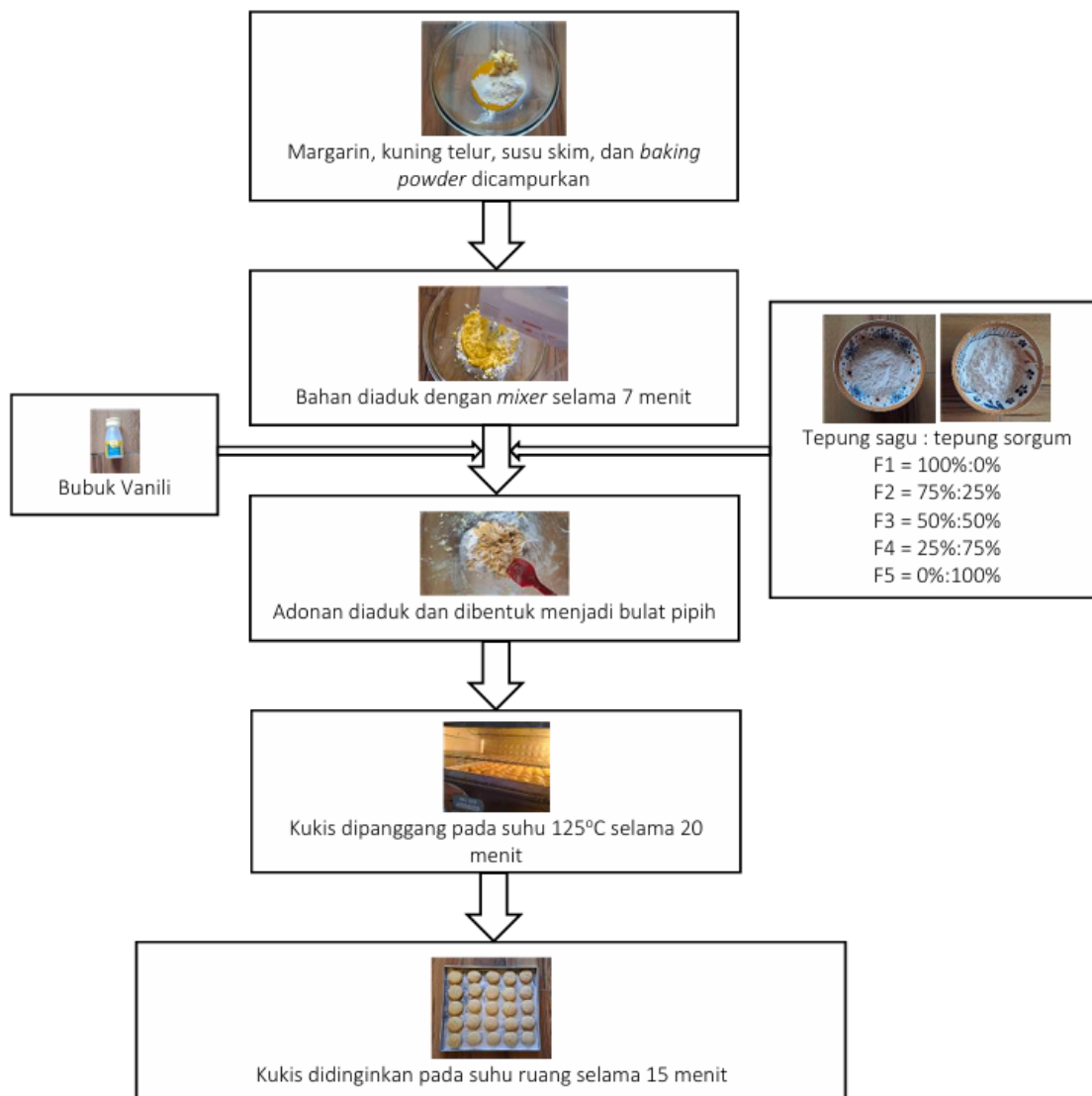
(a) Tepung sagu, (b) Tepung sorgum, (c) Margarin, (d) Kuning telur, (e) Susu skim, (f) Bubuk vanili, (g) *Baking powder*

Gambar 1. Bahan Pembuatan Kukis Tepung Sagu dan Tepung Sorgum



(a) Baskom, (b) *Mixer*, (c) Timbangan makanan, (d) Mangkuk/Wadah, (e) Sarung tangan plastik, (f) Loyang, (g) Spatula, (h) Oven

Gambar 2. Alat Pembuatan Kukis Tepung Sagu dan Tepung Sorgum



Gambar 3. Diagram Alir Pembuatan Kukis Tepung Sagu dan Tepung Sorgum

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dikelompokkan menurut tahapan pelaksanaan, yaitu alat untuk membuat kukis, analisis kimia, serta uji sifat organoleptik. Kukis dibuat dengan menggunakan baskom, wadah/mangkuk, loyang, *mixer*, spatula, timbangan makanan, sarung tangan plastik, dan oven. Analisis kimia menggunakan alat berupa spektrofotometer UV-Vis λ 500 nm, tabung reaksi, inkubator, cawan porselen, tanur, oven, desikator, timbangan analitik, pembakar bunsen, labu *kjeldahl*, alat pemanas, *kieltec system*, labu takar, *erlenmeyer*, buret, alat ekstraksi *soxhlet*, kertas saring, kapas bebas lemak, labu lemak, tabung *soxhlet*, gelas beker, inkubator, *aluminium foil*, dan lemari asam. Uji sifat organoleptik menggunakan alat berupa lembar penilaian dan pulpen.

Pembuatan kukis membutuhkan bahan baku, antara lain tepung sago, tepung sorgum, margarin, kuning telur, susu skim, *baking powder*, dan bubuk vanili. Sementara itu, sejumlah bahan kimia yang digunakan untuk analisis pati resistan dan kandungan gizi meliputi 50 mL larutan buffer fosfat 0,08 M; 10 μ L enzim α -amilase; HCl 1 N; 20 μ L campuran enzim

amiloglukosidase; 1 mL glukosa oksidase FS; HgO; K₂SO₄; H₂SO₄; butir batu didih; *aquades*; NaOH-5% Na₂S₂O₃; H₃BO₃; HCL 0,02 N; dan HCL 0,2 N; dan pelarut lemak (*hexan*).

Pembuatan Kukis

Diagram alir pembuatan kukis tepung sago dan tepung sorgum ditampilkan pada Gambar 3. Proses dimulai dengan mencampurkan margarin, kuning telur, susu skim, dan *baking powder*. Proses dilanjutkan dengan mengaduk seluruh bahan menggunakan *mixer* selama 7 menit. Kemudian, tepung sago, tepung sorgum, dan bubuk vanili ditambahkan sesuai dengan masing-masing perlakuan. Selanjutnya, adonan diaduk hingga kalis dan dibentuk dengan ketebalan sekitar 5–7 mm. Setelah itu, adonan dipanggang pada suhu 125°C selama 20 menit di oven. Proses diakhiri dengan mendinginkan kukis pada suhu ruang selama 15 menit.

Analisis Kimia

Analisis Pati Resistan Metode Enzimatis

Analisis pati resisten dilakukan sesuai dengan metode enzimatis. Sampel sejumlah 1 gram disuspensikan ke dalam 50 mL larutan buffer fosfat 0,08 M dengan pH 5,5. Selanjutnya, sampel dipanaskan pada suhu 100°C untuk pembentukan gel pati. Kemudian, sampel didiamkan pada suhu ruang (27°C) hingga mencapai suhu 65°C. Setelah itu, sampel ditambahkan 10 µL enzim α-amilase (Megazyme, USA) dan disimpan pada suhu 65°C dalam durasi 30 menit. Selanjutnya, suspensi

diasamkan dengan HCl 1 N (Merck, Germany) hingga pH 4,5, ditambahkan 20 µL campuran enzim amiloglukosidase (Megazyme, USA), dan diinkubasi pada suhu 60°C selama 60 menit. Selanjutnya, 10 µL sampel diambil dan dicampurkan dengan 1 mL glukosa oksidase FS (Diagnostic System International, Holzheim, Germany). Kemudian, campuran tersebut diinkubasi kembali pada suhu 20–25°C selama 20 menit. Analisis dilakukan dengan alat spektrofotometer UV-Vis pada λ 500 nm. Kadar pati resisten (%) dihitung berdasarkan rumus di bawah ini.

$$\text{Pati Resistan (\%)} = \frac{1-G \times 0,9}{\text{Berat Sampel}} \times 100\%$$

Analisis Protein Metode Kjeldahl

Analisis protein dilakukan melalui tiga tahap, yaitu destruksi, destilasi, dan titrasi. Tahap destruksi diawali dengan 50 gram sampel ditempatkan ke dalam labu *kjeldahl* dan ditambahkan 40 mg HgO; 1,9 mg K₂SO₄; 2 mL H₂SO₄; dan 2 sampai 3 butir batu didih. Kemudian, larutan dipanaskan secara bertahap dalam kurun waktu 1–1,5 jam hingga larutan jernih, lalu didinginkan. Tahap selanjutnya adalah destilasi. Tahap ini meliputi pemindahan sampel hasil destruksi menuju *kieltec system*. Labu *kjeldahl* dibilas dengan 1–2 ml aquades yang

diulangi sebanyak 5–6 kali, lalu air bilasan tersebut dicampur 8–10 mL larutan 60% NaOH–5% Na₂S₂O₃. Larutan ini didestilasi dengan erlenmeyer yang berisi 5 mL larutan H₃BO₃ dan 2–4 tetes indikator (campuran metil merah dan metil biru) hingga memperoleh 15 mL destilat. Selanjutnya, destilat diencerkan dengan aquades hingga mencapai volume 50 mL. Pada tahap titrasi, destilat ditetesi HCl 0,02 N sampai berwarna abu-abu. Selanjutnya, volume HCl yang dibutuhkan untuk titrasi dicatat sebagai dasar perhitungan kadar protein.

$$\text{Kadar N (\%)} = \frac{(\text{Titration Sample} - \text{Titration Blank}) \times N \text{ HCl} \times 14}{\text{Berat Sampel (mg)}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Protein (\%)} = \%N \times \text{Faktor Konversi (6,25)}$$

Analisis Lemak Metode Soxhlet

Metode *soxhlet* digunakan untuk menghitung kadar lemak melalui beberapa tahapan. Prosedur analisis dimulai dengan pengeringan labu pada temperatur 150°C selama 30 menit. Kemudian, sejumlah 2 gram sampel dibalut dengan kertas saring dan ditutup kapas bebas lemak. Selanjutnya, sampel ditempatkan di dalam ruang ekstraktor tabung *soxhlet*. Setelah itu, sampel dialiri

pelarut heksan dan dilakukan proses *reflaks* selama 5 jam yang ditandai dengan perubahan warna larutan menjadi jernih. Kemudian, hasil ekstraksi dikeringkan pada suhu 150°C selama 1 jam. Tujuan pengeringan ini untuk menguapkan pelarut yang tercampur dan lemak pada sampel. Tahap terakhir, sampel didinginkan di dalam desikator dan ditimbang. Berikut rumus yang digunakan untuk menghitung kadar lemak.

$$\text{Kadar Lemak (\%)} = \frac{\text{Berat Lemak (g)}}{\text{Berat Sampel Awal (g)}} \times 100\%$$

Analisis Karbohidrat Metode by Different

Analisis karbohidrat dikalkulasikan berdasarkan metode *by different*. Karbohidrat dihasilkan dari selisih

antara 100% dengan persentase kadar air, kadar abu, lemak, dan protein. Berikut rumus yang digunakan untuk menghitung kadar karbohidrat.

$$\text{Kadar Karbohidrat (\%)} = 100\% - (\text{Air} + \text{Abu} + \text{Protein} + \text{Lemak})\%$$

Analisis Kadar Air Metode Gravimetri

Perhitungan komponen air produk pangan ditentukan berdasarkan metode *gravimetri* dengan mengukur berat sampel sebelum dan sesudah proses pemanasan. Tahap pertama dalam metode ini adalah pemanasan cawan porselen pada suhu 103–104°C selama 30 menit, pendinginan di desikator dalam kurun

waktu 30 menit, dan penimbangan awal. Setelah itu, sampel sebanyak 2 gram dimasukkan ke dalam cawan porselen untuk dikeringkan pada suhu 130°C selama 1 jam. Kemudian, sampel didinginkan kembali di desikator dengan waktu 30 menit. Tahapan diakhiri dengan penimbangan sampel. Berikut rumus yang digunakan untuk menghitung persentase kadar air.

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{\text{Berat Akhir Sampel (g)} - \text{Berat Awal Sampel (g)}}{\text{Berat Awal Sampel (g)}} \times 100\%$$

Kadar Abu Metode Pengabuan Kering

Kadar abu dihitung berdasarkan metode pengabuan kering (*dry ashing*) yang dimulai dengan penempatan cawan porselen di dalam tanur untuk proses pemanasan pada suhu 600°C selama 30 menit. Tahapan dilanjutkan dengan proses pendinginan di dalam desikator dengan durasi 30 menit. Kemudian, 3 gram

sampel ditempatkan di cawan dan diabukan di tanur pada temperatur kisaran 450–550°C selama 2–3 jam. Selanjutnya, pendinginan kembali dilakukan di dalam desikator dengan durasi 30 menit. Tahapan diakhiri dengan penimbangan dan perhitungan sampel. Persentase kadar abu dikalkulasikan sesuai dengan rumus berikut.

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{\text{Berat Sampel Pengabuan (g)}}{\text{Berat Sampel Awal (g)}} \times 100\%$$

Uji Sifat Organoleptik

Uji sifat organoleptik merupakan penilaian terhadap produk pangan berdasarkan parameter warna, aroma, tekstur, dan rasa. Uji sifat organoleptik dimaksudkan untuk mengetahui daya terima kukis tepung sago dan tepung sorgum. Penelitian ini mengikutsertakan 30 mahasiswa Program Studi Gizi Program Sarjana Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta sebagai panelis. Kriteria inklusi adalah sehat; tidak memiliki gangguan indra penglihatan, penciuman, dan peraba; tidak mengalami gangguan psikologis; tidak memiliki alergi; tidak mengonsumsi makanan apapun minimal 1 jam sebelum pengujian; tidak merokok dan tidak mengonsumsi makanan ringan minimal 20 menit sebelum pengujian; serta bersedia terlibat sebagai panelis. Kriteria eksklusi adalah panelis yang tidak menyelesaikan pengujian hingga selesai. Skala penelitian yang digunakan, antara lain 1 (sangat tidak suka), 2 (tidak suka), 3 (biasa), 4 (suka), 5 dan (sangat suka).

Analisis Data

Data dianalisis dengan memanfaatkan aplikasi Microsoft Excel 2019 dan IBM SPSS Statistic 23. Metode statistik yang digunakan dalam analisis data terdistribusi normal meliputi uji *one-way ANOVA*, diikuti dengan uji *Duncan* apabila *p-value* < 0,05. Data tidak terdistribusi normal ditelaah melalui uji *Kruskal Wallis*, diikuti dengan uji *Mann-Whitney* apabila *p-value* < 0,05. Penentuan formulasi terbaik menggunakan metode De Garmo.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pati Resistan

Pati resistan didefinisikan sebagai pati yang resistan terhadap proses pemecahan oleh enzim amilase di usus halus sehingga mengalami fermentasi oleh mikrobiota di usus besar³¹. Pati resistan mampu mencegah lonjakan glukosa darah³². Banyak penelitian yang membuktikan pati resistan memiliki peran dalam meningkatkan sensitivitas insulin, mengurangi oksidasi lemak, dan mempertahankan rasa kenyang³³. Temuan ini konsisten dengan penelitian Nugraheni *et al.* (2017) yang

melaporkan bahwa *crackers* dengan fortifikasi pati resistan tipe 3 pada tikus diabetes secara signifikan menghasilkan penurunan glukosa darah, total kolesterol, trigliserida, dan *Low-Density Lipoprotein* (LDL), serta peningkatan *High-Density Lipoprotein* (HDL)³⁴.

Kandungan pati resistan kukis tepung sago dan tepung sorgum disajikan pada Tabel 2. Pati resistan tertinggi diperoleh kukis F1 sebesar 7,31% dengan proporsi 100% tepung sago:0% tepung sorgum, sedangkan pati resistan terendah diperoleh kukis F5 sebesar 1,89% dengan proporsi 0% tepung sago:100% tepung sorgum. Secara statistik, uji ANOVA menunjukkan terdapat pasangan yang berbeda signifikan (*p-value*=0,002).

Penurunan pati resistan berbanding lurus dengan penurunan komposisi tepung sago pada setiap formulasi. Artinya, komposisi tepung sago yang lebih sedikit menghasilkan pati resistan yang lebih rendah. Ini diakibatkan oleh kandungan pati resistan tepung sago lebih banyak daripada tepung sorgum. Tepung sago mengandung pati resistan sebesar 18,31%, sedangkan tepung sorgum mengandung pati resistan sebesar 5,6%^{35,36}. Hal ini didukung oleh penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa pati resistan mi *mocaf* mengalami peningkatan seiring penambahan substitusi tepung sago³⁷.

Pembentukan pati resistan dipengaruhi oleh komposisi amilosa dan proses pemanasan–pendinginan. Kandungan amilosa dapat memicu pembentukan pati resistan. Tepung sago mengandung amilosa sebesar 27%–39,69%, sedangkan tepung sorgum mengandung amilosa sebesar 10%–18,72%^{16,17,38}. Amilosa memiliki struktur linear yang tidak bercabang sehingga lebih sulit dicerna, sedangkan pemanasan dapat menyebabkan struktur granula pati terhidrasi dan membengkak sehingga ikatan hidrogen terputus³⁹. Perubahan struktur ini disebut sebagai gelatinisasi. Penurunan suhu setelah proses pemasakan akan mengakibatkan rekristalisasi struktur pati sehingga terbentuk polimer yang kompak⁴⁰. Rekristalisasi tersebut dapat membentuk pati resistan tipe 3.

Tabel 2. Pati Resistan Kukis Tepung Sago dan Tepung Sorgum

Parameter	F1	F2	F3	F4	F5	<i>p-value</i>
Pati Resistan (%)	7,31 ± 0,232 ^a	6,31 ± 0,619 ^{ab}	5,51 ± 0,117 ^{bc}	4,09 ± 1,202 ^c	1,89 ± 0,319 ^d	0,002*

F1 (100% tepung sagu:0 % tepung sorgum), F2 (75% tepung sagu:25% tepung sorgum), F3 (50% tepung sagu:50% tepung sorgum), F4 (25% tepung sagu:75% tepung sorgum), F5 (0% tepung sagu:100% tepung sorgum)

^{a, b, c, d} = notasi huruf serupa pada baris yang sama berarti tidak terdapat perbedaan yang signifikan dalam kelompok ($p\text{-value}>0,05$)

*Uji ANOVA signifikan jika $p\text{-value}<0,05$

Kandungan Gizi

Protein

Protein merupakan makromolekul kompleks dalam organisme yang berperan sebagai sumber energi, komponen struktural, dan zat pengatur. Struktur protein terbentuk dari rangkaian monomer asam amino yang ditautkan oleh ikatan peptida. Konsumsi protein terbukti mampu menunda pengosongan lambung, menekan hormon *ghrelin*, meningkatkan *cholecystokinin* (CCK), dan meningkatkan sekresi *Glucagon Like Peptide-1* (GLP-1)⁴¹.

Protein kukis tepung sagu dan tepung sorgum disajikan pada Tabel 3. Protein tertinggi diperoleh kukis F5 sebesar 10,41% dengan proporsi 0% tepung sagu:100% tepung sorgum, sedangkan protein terendah diperoleh kukis F1 sebesar 6,34% dengan proporsi 100% tepung sagu:0% tepung sorgum. Berdasarkan uji ANOVA, ditemukan pasangan yang berbeda signifikan ($p\text{-value}<0,001$).

Kadar protein kukis berkorelasi positif terhadap proporsi tepung sorgum pada setiap formulasi. Artinya,

komposisi tepung sorgum yang lebih banyak dapat menyebabkan kenaikan kadar protein kukis. Tepung sorgum memiliki kadar protein yang lebih besar daripada tepung sagu. Takaran 100 gram tepung sorgum menghasilkan protein sebesar 8,43%, sedangkan takaran 100 gram tepung sagu hanya menghasilkan protein sebesar 1,11%^{42,43}. Penelitian terdahulu mendukung pernyataan ini dengan menyebutkan bahwa substitusi tepung sorgum sebanyak 50% berpengaruh signifikan terhadap peningkatan protein kukis⁴⁴. Penelitian lain juga menunjukkan komposisi tepung sorgum yang lebih tinggi dapat meningkatkan kadar protein pada mi kering *mocaf*⁴⁵.

Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 01-2973-1992 menyebutkan bahwa kukis memenuhi syarat mutu apabila mengandung protein minimal 6%. Protein kukis dalam penelitian ini berkisar antara 6,34%–10,41%. Oleh karena itu, protein kukis tepung sagu dan tepung sorgum telah mencapai standar minimum yang ditetapkan.

Tabel 3. Kandungan Gizi Kukis Tepung Sagu dan Tepung Sorgum

Parameter	Hasil Analisis Kandungan Gizi					p-value
	F1	F2	F3	F4	F5	
Protein (%)	6,34 ± 0,226 ^a	7,34 ± 0,120 ^b	8,71 ± 0,190 ^c	9,38 ± 0,000 ^d	10,41 ± 0,445 ^e	<0,001*
Lemak (%)	22,98 ± 0,289 ^a	23,69 ± 0,728 ^a	23,82 ± 0,862 ^a	23,28 ± 0,113 ^a	23,79 ± 0,297 ^a	0,514
KH (%)	52,96 ± 1,032 ^a	50,95 ± 0,064 ^{ab}	50,01 ± 0,771 ^b	48,83 ± 1,329 ^{bc}	47,52 ± 0,806 ^c	0,012*
Air (%)	16,02 ± 0,530 ^a	16,19 ± 0,685 ^a	15,55 ± 0,289 ^a	16,56 ± 1,470 ^a	16,30 ± 1,463 ^a	0,881
Abu (%)	1,71 ± 0,021 ^a	1,84 ± 0,000 ^b	1,91 ± 0,014 ^{bc}	1,94 ± 0,021 ^{bc}	1,98 ± 0,777 ^c	0,005*

F1 (100% tepung sagu:0 % tepung sorgum), F2 (75% tepung sagu:25% tepung sorgum), F3 (50% tepung sagu:50% tepung sorgum), F4 (25% tepung sagu:75% tepung sorgum), F5 (0% tepung sagu:100% tepung sorgum)

^{a, b, c, d, e} = notasi huruf serupa pada baris yang sama berarti tidak terdapat perbedaan yang signifikan dalam kelompok ($p\text{-value}>0,05$)

*Uji ANOVA signifikan jika $p\text{-value}<0,05$

Lemak

Lemak yang dikonsumsi dalam jumlah cukup dapat meningkatkan rasa kenyang lebih lama karena mengalami proses pencernaan yang lebih lambat⁴⁶. Produk pangan dengan kadar lemak yang tinggi umumnya cenderung memiliki nilai indeks glikemik yang rendah⁴⁷. Lemak kukis tepung sagu dan tepung sorgum disajikan pada Tabel 3. Lemak tertinggi diperoleh kukis F3 sebesar 23,82% dengan proporsi 50% tepung sagu:50% tepung sorgum, sedangkan lemak terendah diperoleh kukis F1 sebesar 22,98% dengan proporsi 100% tepung sagu:0% tepung sorgum. Hasil uji ANOVA tidak menemukan pasangan yang berbeda signifikan ($p\text{-value}=0,514$) sehingga tidak dilakukan uji lanjutan.

Lemak kukis cenderung meningkat sejalan dengan penambahan komposisi tepung sorgum. Lemak tepung sorgum yang lebih besar (3,34%) daripada tepung sagu (0,27%) menjadi faktor utama peningkatan tersebut^{42,43}. Penggunaan bahan lain, seperti margarin memiliki kontribusi yang tinggi terhadap kadar lemak

kukis. Margarin diperkirakan mengandung lemak sebanyak 80%⁴⁸.

Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 01-2973-1992 menyebutkan bahwa kukis memenuhi syarat mutu apabila mengandung lemak minimal 9,5%. Lemak kukis dalam penelitian ini berkisar antara 22,98%–23,82%. Oleh karena itu, lemak kukis tepung sagu dan tepung sorgum telah mencapai standar minimum yang ditetapkan.

Karbohidrat

Karbohidrat kukis tepung sagu dan tepung sorgum disajikan pada Tabel 3. Karbohidrat tertinggi diperoleh kukis F1 sebesar 52,96% dengan proporsi 100% tepung sagu:0% tepung sorgum, sedangkan karbohidrat terendah diperoleh kukis F5 sebesar 47,52% dengan proporsi 0% tepung sagu:100% tepung sorgum. Berdasarkan uji ANOVA, ditemukan pasangan yang berbeda signifikan ($p\text{-value}=0,012$).

Penurunan kadar karbohidrat berbanding lurus dengan penurunan komposisi tepung sagu pada setiap

formulasi. Artinya, komposisi tepung sago yang lebih sedikit dapat mengurangi kadar karbohidrat kukis. Tepung sago memiliki kadar karbohidrat yang lebih besar daripada tepung sorgum. Tepung sago mengandung karbohidrat sebesar 84,03%, sedangkan tepung sorgum mengandung karbohidrat sebesar 76,64%^{42,43}. Hal tersebut selaras dengan penelitian Alhadi *et al.* (2023) yang membuktikan penambahan tepung sago aren berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kadar karbohidrat *patty* burger daging sapi⁴⁹. Penelitian terdahulu juga menunjukkan kadar karbohidrat kukis bagea mengalami penurunan sejalan dengan penurunan komposisi tepung sago⁵⁰.

Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 01-2973-1992 menyebutkan bahwa kukis memenuhi syarat mutu apabila mengandung karbohidrat minimal 70%. Kadar karbohidrat kukis tepung sago dan tepung sorgum berkisar antara 47,52%–52,96%. Oleh karena itu, kukis tepung sago dan tepung sorgum belum memenuhi standar mutu yang ditetapkan.

Kadar Air

Kadar air merupakan kuantitas air dalam suatu produk pangan yang dinyatakan dengan persentase. Kadar air memiliki dampak terhadap penampakan, rasa, tekstur, dan umur simpan produk pangan. Kadar air dapat dikatakan sebagai penentu umur simpan karena pengaruhnya terhadap sifat fisikokimia, perubahan kimia, dan aktivitas mikrobiologis⁵¹. Kelebihan kadar air dapat mempercepat laju pencemaran oleh mikroba dan mempermudah hidrolisis bahan kimia sehingga mutu bahan pangan menurun⁵².

Kadar air kukis tepung sago dan tepung sorgum disajikan pada Tabel 3. Kadar air tertinggi diperoleh kukis F4 sebesar 16,56% dengan proporsi 25% tepung sago:75% tepung sorgum, sedangkan kadar air terendah diperoleh kukis F3 sebesar 15,55% dengan proporsi 50% tepung sago:50% tepung sorgum. Hasil uji ANOVA tidak menemukan pasangan yang berbeda signifikan (p -value=0,881) sehingga tidak dilakukan uji lanjutan.

Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 01-2973-1992 menyebutkan bahwa kukis memenuhi syarat mutu apabila mengandung kadar air maksimal 5%. Seluruh formulasi kukis tepung sago dan tepung sorgum tidak memenuhi syarat tersebut karena kadar airnya berkisar antara 15,55%–16,56%. Jumlah air yang terkandung dalam kukis dapat dipengaruhi oleh komponen dan karakteristik bahan, suhu dan lama pemanggangan, serta tingkat kelembaban ruang penyimpanan.

Tepung sago memiliki kadar air 13,90%, sedangkan tepung sorgum memiliki kadar air 10,26%^{42,43}. Kedua bahan tersebut mengandung pati yang cukup tinggi. Proses pemanasan dapat melemahkan ikatan hidrogen pati yang berujung pada penyerapan air dan pembengkakan sehingga granula pati akan pecah setelah melampaui titik maksimum⁵³. Granula pati yang pecah menyebabkan kadar air dalam produk pangan menguap⁵⁴.

Kadar air tinggi pada kukis tepung sago dan tepung sorgum diasumsikan sebagai konsekuensi dari suhu pemanggangan yang belum optimal dalam mengurangi kandungan air. Suhu pemanggangan pada penelitian ini diduga belum cukup dalam menguapkan

kadar air seluruh bagian kukis yang memiliki ketebalan 5–7 mm meskipun kukis telah matang. Penelitian Polii (2017) memperkuat dugaan ini bahwa kue kering dengan ketebalan 3–4 mm dan suhu pemanggangan 160°C memiliki kadar air yang cukup tinggi, yaitu 11,46%–12,09%⁵⁵.

Kadar Abu

Kadar abu merupakan jumlah zat nonorganik sebagai hasil pembakaran atau oksidasi komponen suatu produk pangan. Kadar abu dapat dimanfaatkan untuk mengidentifikasi kandungan mineral produk pangan. Kadar abu kukis tepung sago dan tepung sorgum disajikan pada Tabel 3. Kadar abu tertinggi diperoleh kukis F5 sebesar 1,98% dengan proporsi 0% tepung sago:100% tepung sorgum, sedangkan kadar abu terendah diperoleh kukis F1 sebesar 1,71% dengan proporsi 100% tepung sago:0% tepung sorgum. Berdasarkan uji ANOVA, ditemukan pasangan yang berbeda signifikan (p -value=0,005).

Peningkatan kadar abu berbanding lurus dengan peningkatan komposisi tepung sorgum pada setiap formulasi. Artinya, komposisi tepung sorgum yang lebih banyak menghasilkan kadar abu yang lebih tinggi. Peningkatan kadar abu tersebut dipengaruhi oleh bahan baku. Tepung sorgum memiliki kadar abu sebesar 1,32%, sedangkan tepung sago memiliki kadar abu sebesar 0,41%^{42,43}.

Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 01-2973-1992 menyebutkan bahwa kukis memenuhi syarat mutu apabila mengandung kadar abu maksimal 2%. Kadar abu kukis tepung sago dan tepung sorgum berkisar antara 1,71%–1,98%. Oleh karena itu, kadar abu kukis tepung sago dan tepung sorgum telah sesuai dengan standar yang ditetapkan.

Sifat Organoleptik

Analisis data diawali dengan uji normalitas untuk mengetahui sebaran data yang diperoleh. Distribusi data sifat organoleptik pada penelitian ini tidak memenuhi asumsi normalitas sehingga analisis dilakukan dengan uji *Kruskal Wallis*. Berdasarkan uji *Kruskal Wallis*, tidak ditemukan perbedaan yang signifikan pada parameter warna (p -value=0,891), aroma (p -value=0,061), tekstur (p -value=0,164), dan rasa (p -value=0,421) sehingga tidak dilanjutkan dengan uji *Mann-Whitney*.

Warna

Kukis tepung sago dan tepung sorgum memiliki warna coklat muda. Peningkatan tepung sorgum menghasilkan warna yang sedikit lebih gelap. Hal tersebut disebabkan oleh nilai derajat putih tepung sago dan tepung sorgum, yaitu 87,93% dan 71,40%^{56,57}. Warna kukis juga dipengaruhi oleh komponen bahan baku lainnya, seperti kuning telur. Kuning telur memiliki pigmen karotenoid yang dapat menghasilkan warna oranye, kuning, dan merah⁵⁸. Bahan baku ketika dipanaskan akan mengalami reaksi *maillard* yang turut memberikan warna coklat pada kukis. Reaksi *maillard* diakibatkan oleh interaksi antara gugus karbohidrat dengan gugus amin bebas ketika mengalami pemanasan⁵⁹.

Tabel 4. Nilai Median Uji Hedonik Kukis Tepung Sagu dan Tepung Sorgum

Parameter	Nilai Median Uji Hedonik Kukis Tepung Sagu dan Tepung Sorgum					p-value
	F1	F2	F3	F4	F5	
Warna	4 (2-5) ^a	4 (2-5) ^a	4 (2-5) ^a	4 (2-5) ^a	4 (2-5) ^a	0,891
Aroma	4 (3-5) ^a	4 (3-5) ^a	4 (3-5) ^a	4 (3-5) ^a	4 (1-5) ^a	0,061
Tekstur	3 (2-5) ^a	4 (2-5) ^a	4 (2-5) ^a	4 (2-5) ^a	3 (1-5) ^a	0,164
Rasa	3 (2-4) ^a	3 (2-4) ^a	3 (2-5) ^a	3 (1-5) ^a	3 (1-5) ^a	0,421

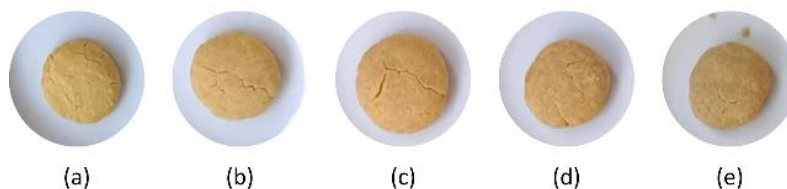
F1 (100% tepung sagu:0 % tepung sorgum), F2 (75% tepung sagu:25% tepung sorgum), F3 (50% tepung sagu:50% tepung sorgum), F4 (25% tepung sagu:75% tepung sorgum), F5 (0% tepung sagu:100% tepung sorgum)

^a = notasi huruf serupa pada baris yang sama berarti tidak terdapat perbedaan yang signifikan dalam kelompok (p -value>0,05)

Aroma

Aroma merupakan bau yang dihasilkan suatu produk sebagai respons ketika senyawa volatil terhirup oleh rongga hidung dan terasa oleh sistem olfaktorik⁶⁰. Aroma produk pangan berkaitan dengan suhu, lama pemanggangan, serta kombinasi antara lemak, asam amino, dan gula⁶¹. Kukis tepung sagu dan tepung sorgum memiliki aroma yang gurih. Aroma tersebut berasal dari tepung, margarin, kuning telur, dan susu. Penelitian oleh Budiyanto *et al.* (2019) menyebutkan aroma pati sagu

adalah normal dan tidak tajam⁶². Sementara itu, sorgum memiliki karakteristik aroma yang khas menyerupai aroma debu, kayu, dan karung makanan⁶³. Proporsi tepung sorgum yang lebih banyak pada F4 dan F5 menyebabkan aroma sorgum sedikit lebih tercium. Namun, hal tersebut tetap dapat diterima oleh sebagian besar panelis karena aroma bahan lainnya berhasil menyamarkan aroma sorgum sehingga tidak ada perbedaan yang signifikan.



(a) F1=100% tepung sagu:0% tepung sorgum, (b) F2= 75% tepung sagu:25% tepung sorgum, (c) F3= 50% tepung sagu:50% tepung sorgum, (d) F4= 25% tepung sagu:75% tepung sorgum, (e) F5= 0% tepung sagu:100% tepung sorgum

Gambar 4. Kukis Tepung Sagu dan Tepung Sorgum

Tekstur

Tekstur produk pangan merupakan hasil respons taktil akibat kontak antara rongga mulut dengan produk pangan tersebut. Kukis tepung sagu dan tepung sorgum memiliki tekstur yang mudah hancur. Gluten merupakan protein yang dapat mempengaruhi tekstur kukis. Gluten memiliki kemampuan mengikat dan membentuk adonan menjadi elastis sehingga mudah dibentuk. Bahan bebas gluten, seperti tepung sagu dan tepung sorgum menyebabkan adonan tidak mampu mengikat air dengan optimal yang berujung pada kerapuhan tekstur⁶⁴. Komponen lain, seperti lemak juga dapat mempengaruhi tekstur kukis. Lemak dapat memberikan tekstur berpori sehingga kemampuan menyerap air meningkat dan tekstur kukis melunak⁶⁵.

Rasa

Rasa merupakan sensasi yang terbentuk oleh indra pengecap akibat kombinasi antara jenis dan komposisi bahan yang digunakan suatu produk pangan⁶⁶. Berdasarkan Tabel 4, rasa kukis tepung sagu dan tepung sorgum tidak berbeda secara signifikan. Ini dapat disebabkan oleh penggunaan tepung sagu dan tepung sorgum tidak berasa tajam. Penelitian ini menggunakan tepung sorgum putih. Tepung sorgum putih diketahui mengandung lebih sedikit zat tanin daripada tepung sorgum merah dan cokelat yang mampu memberikan rasa sepat atau pahit^{16,17}.

Formulasi Terbaik

Formulasi terbaik ditentukan berdasarkan Metode De Garmo. Formulasi terbaik merupakan kukis yang memiliki hasil perhitungan nilai produktivitas (NP) tertinggi. Kukis F2 dengan proporsi 75% tepung sagu:25% tepung sorgum memiliki NP tertinggi. Oleh karena itu, kukis F2 dipilih sebagai formulasi terbaik pada penelitian ini.

Kekuatan penelitian ini terletak pada pemanfaatan tepung sagu dan tepung sorgum sebagai pangan lokal dan rendah indeks glikemik yang dapat menghasilkan pati resistan lebih tinggi daripada kukis tepung terigu. Selain itu, kukis ini tidak menggunakan gula sehingga relevan bagi penderita DM2. Di sisi lain, penelitian ini memiliki keterbatasan berupa kadar air melebihi batas maksimum persyaratan mutu SNI 01-2973-1992 dan uji efektivitas kukis terhadap respons glukosa darah belum dilakukan.

KESIMPULAN

Proporsi tepung sagu dan tepung sorgum terbukti secara signifikan mempengaruhi kandungan pati resistan, protein, karbohidrat, dan kadar abu. Akan tetapi, pengaruh yang signifikan tidak ditemukan pada kandungan lemak, kadar air, dan sifat organoleptik. Formulasi terbaik ditetapkan berdasarkan metode De Garmo dengan melihat NP tertinggi. Kukis F2 memiliki NP tertinggi menurut parameter pati resistan, kandungan

gizi, dan sifat organoleptik sehingga diputuskan sebagai formulasi terbaik dalam penelitian ini.

ACKNOWLEDGEMENT

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak Laboratorium Teknologi Pangan Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta, Laboratorium CV Chem-Mix Pratama, dan Laboratorium Saraswanti Indo Genetech. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada keluarga dan kerabat yang turut mendukung dan mendoakan keberhasilan penelitian ini.

KONFLIK KEPENTINGAN DAN SUMBER PENDANAAN

Seluruh penulis tidak memiliki konflik kepentingan terhadap artikel ini. Penelitian ini menggunakan dana penulis.

KONTRIBUSI PENULIS

HTL: *conceptualization, investigation, methodology, supervision, writing—original draft, editing, funding acquisition*; AF: *writing—review, project administration, supervision, editing*; NN: *writing—review, supervision, editing*.

REFERENSI

1. International Diabetes Federation. *IDF Diabetes Atlas 10th Edition*. (2021).
2. Kementerian Kesehatan RI. *Laporan Nasional RISKESDAS 2018*. (2018).
3. American Diabetes Association. Classification and diagnosis of diabetes: Standards of Medical Care in Diabetes-2020. *Diabetes Care* **43**, S14–S31 (2020). DOI: <https://doi.org/10.2337/dc20-S002>
4. Galicia-Garcia, U. *et al.* Pathophysiology of Type 2 Diabetes Mellitus. *Int J Mol Sci* **21**, 6275–6308 (2020). DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms21176275>
5. Murtiningsih, M. K., Pandelaki, K. & Sedli, B. P. Gaya Hidup sebagai Faktor Risiko Diabetes Melitus Tipe 2. *Jurnal Ilmiah Kedokteran* **15**, 328–333 (2021). DOI: <https://doi.org/10.35790/ecl.v9i2.32852>
6. Susanti & Bistara, D. N. Hubungan Pola Makan dan Gula Darah Pada Penderita Diabetes Mellitus. *Jurnal Kesehatan Vokasional* **3**, 29–34 (2018). DOI: <https://doi.org/10.22146/jkesvo.34080>
7. Ashwar, B. A., Gani, A., Shah, A., Wani, I. A. & Masoodi, F. A. Preparation, Health Benefits, and Applications of Resistant Starch—a Review. *Starch-Stärke* **68**, 287–301 (2015). DOI: <https://doi.org/10.1002/star.201500064>
8. Li, X. Resistant Starch and Its Applications. *Functional Starch and Applications in Foods* 63–90 (2018). DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-13-1077-5_3
9. Wang, Y. *et al.* Effects of the Resistant Starch on Glucose, Insulin, Insulin Resistance, and Lipid Parameters in Overweight or Obese Adults: a Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutr Diabetes* **9**, (2019). DOI: <https://doi.org/10.1038/s41387-019-0086-9>
10. Tan, F. P. Y., Beltranena, E. & Zijlstra, R. T. Resistant Starch: Implications of Dietary Inclusion on Gut Health and Growth in Pigs: a Review. *J Anim Sci Biotechnol* **12**, 124 (2021). DOI: <https://doi.org/10.1186/s40104-021-00644-5>
11. Fitriani, Z. A., Dieny, F. F., Margawati, A. & Jauharany, F. F. Resistant Starch, Amylose, and Amylopectin Content in Breadfruit Cookies as an Alternative Snack for Individuals with Diabetes Mellitus. *Food Res* **5**, 394–400 (2021). DOI: [https://doi.org/10.26656/fr.2017.5\(1\).418](https://doi.org/10.26656/fr.2017.5(1).418)
12. Syartiwidya. Tanaman Sagu sebagai Pangan Sumber Karbohidrat yang Bermanfaat bagi Penderita Diabetes. *Jurnal Selodang Mayang* **8**, 73–82 (2022). DOI: <https://doi.org/10.47521/selodangmayang.v8i1.240>
13. Indrastuti, Y. E., Kritandi, A. Y. & Imelda, F. Karakteristik Fisikokimia dan Organoleptik Bubble Pearl Tapioka dan Pati Sagu Lokal Kalimantan Barat. *Jurnal Agroindustri* **13**, 14–23 (2023). DOI: <https://doi.org/10.31186/jagroindustri.13.1.14-23>
14. Wahjuningsih, S. B., Haslina & Marsono. Hypolipidaemic Effects of High Resistant Starch Sago and Red Bean Flour-based Analog Rice on Diabetic Rats. *Mater Sociomed* **30**, 232–239 (2018). DOI: <https://doi.org/10.5455/msm.2018.30.232-239>
15. Hariyanto, B., Cahyana, P. T., Putranto, A. T., Wahyuningsih, S. B. & Marsono, Y. Penggunaan Beras Sagu untuk Penderita Pradiabetes. *Jurnal Pangan* **26**, 127–136 (2017). DOI: <https://doi.org/10.33964/jp.v26i2.361>
16. Wahjuningsih, S. B., Sudjatinah, Azkia, M. N. & Anggraeni, D. The Study of Sorghum (*Sorghum bicolor* L.), Mung Bean (*Vigna radiata*) & Sago (Metroxylon sago) Noodles: Formulation & Physical Characterization. *Current Research in Nutrition & Food Science* **8**, 217–225 (2020). DOI: <https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.8.1.20>
17. Warsito, H. & Sa'diyah, K. Pembuatan Klepon dengan Substitusi Tepung Sagu sebagai Alternatif Makanan Selingan Indeks Glikemik Rendah. *Jurnal Kesehatan* **7**, 45–57 (2019). DOI: <https://doi.org/10.25047/j-kes.v7i1.74>
18. Watumlawar, E. A., Warouw, S. M. & Gunawan, S. Pengaruh Pemberian Sagu dibandingkan Nasi terhadap Berat Badan Tikus Wistar. *Jurnal e-Clinic (eCl)* **3**, 675–678 (2015). DOI: <https://doi.org/10.35790/ecl.3.2.2015.8545>
19. Afandi, F. A. Potensi Sumber Karbohidrat Indonesia sebagai Ingridien Pangan Fungsional dengan Kadar Pati Resisten dan Aktivitas Antioksidan Tinggi. *J Food Sci Technol* **3**, 40–57 (2023). DOI: <https://doi.org/10.33830/fsj.v3i1.4989.2023>
20. Poquette, N. M., Gu, X. & Lee, S.-O. Grain Sorghum Muffin Reduces Glucose and Insulin Responses in Men. *Food Funct* **5**, 894–899 (2014). DOI: <https://doi.org/10.1039/C3FO60432B>
21. Xiong, Y., Zhan, P., Warner, R. D. & Fang, Z. Sorghum Grain: From Genotype, Nutrition, and Phenolic Profile to Its Health Benefits and Food Applications. *Compr Rev Food Sci Food Saf* **18**,

- 2025–2046 (2019). DOI: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12506>
22. Xu, T. Sorghum. *Bioactive Factors and Processing Technology for Cereal Foods* 103–135 (2019). DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-13-6167-8_7
23. Leboe, D. W., Dhuha, N. S., Wahyuddin, M. & Rutami, N. R. The Potential of Sorghum Bicolor L. as a Blood Glucose Lowering Agent : a Review. *Jurnal Kesehatan* 1–10 (2020). DOI: <https://doi.org/10.24252/kesehatan.v1i1.18181>
24. Rachmawati, L., Mexitalia, M., Muniroh, M., Afifah, D. N. & Pramono, A. Effects of Sorghum Cookies (Sorghum Bicolor L. Moench) on Fasting Glucose, Triglyceride, High-Density Lipoprotein level, and Body Fat Percentage in Adolescent Obesity . *Jurnal Gizi Indonesia* **10**, 181–188 (2022). DOI: <https://doi.org/10.14710/jgi.10.2.181-188>
25. Kementerian Pertanian RI. *Statistik Konsumsi Pangan Tahun 2020*. (2020).
26. Fernández-Carrión, R. *et al.* Sweet Taste Preference: Relationships with Other Tastes, Liking for Sugary Foods and Exploratory Genome-Wide Association Analysis in Subjects with Metabolic Syndrome. *Biomedicines* **10**, 79–105 (2021). DOI: <https://doi.org/10.3390/biomedicines10010079>
27. Prasetyowati, A. T., Pranata, F. S. & Swasti, Y. R. Kualitas Cookies Substitusi Tepung Sorgum (Sorghum bicolor) dan Tepung Kacang Polong (Pisum Sativum). *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi* **22**, 33–43 (2023). DOI: <https://doi.org/10.33508/jtpg.v22i1.4261>
28. Giuberti, G., Gallo, A., Fortunati, P. & Rossi, F. Influence of High-Amylose Maize Starch Addition on in Vitro Starch Digestibility and Sensory Characteristics of Cookies. *Starch-Stärke* **68**, 469–475 (2016). DOI: <https://doi.org/10.1002/star.201500228>
29. Puspita, W., Sulaeman, A. & Damayanthi, E. Snack Bar Berbahan Pati Sagu (Metroxylon sp.), Tempe, dan Beras Hitam sebagai Pangan Fungsional Berindeks Glikemik Rendah. *Jurnal Gizi Indonesia* **8**, 11–23 (2019). DOI: <https://doi.org/10.14710/jgi.8.1.11-23>
30. Fathurrizqiah, R. & Panunggal, B. Kandungan Pati Resisten, Amilosa, dan Amilopektin Snack Bar Sorgum sebagai Alternatif Makanan Selingan Bagi Penderita Diabetes Melitus Tipe 2. *Journal of Nutrition College* **4**, 562–569 (2015). DOI: <https://doi.org/10.14710/jnc.v4i4.10163>
31. Abd Rashid, R. S., Dos Mohamed, A. M., Achudan, S. N. & Mittis, P. Physicochemical Properties of Resistant Starch Type III from Sago Starch at Different Palm Stages. *Mater Today Proc* **31**, 150–154 (2020). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.01.511>
32. Lokman, E. F. *et al.* Postprandial Glucose-Lowering Effects by Sago (Metroxylon sago Rottb.) Resistant Starch in Spontaneously Type 2 Diabetes, Goto-Kakizaki Rat. *Nutr Health* 1–10 (2023). DOI: <https://doi.org/10.1177/02601060231152060>
33. Thompson, M. S., Yan, T. H., Saari, N. & Sarbini, S. R. A Review: Resistant Starch, A Promising Prebiotic for Obesity and Weight Management. *Food Biosci* **50**, 101965 (2022). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.101965>
34. Nugraheni, M., Hamidah, S. & Auliana, R. A Potential of Coleus Tuberosus Crackers Rich in Resistant Starch Type 3 Improves Glucose and Lipid Profile of Alloxan – Induced Diabetic Mice. *Current Research in Nutrition and Food Science* **5**, 309–319 (2017). DOI: <https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.5.3.16>
35. Wahjuningsih, S., Marsono, P. D. & Haryanto, B. A Study of Sago Starch and Red Bean Flour-Based Analog Rice Development as Functional Food. *International Conference on Agriculture & Food Engineering* 71–76 (2016).
36. Vu, T. H. T. Preparation, Characterization, & Evaluation of Sorghum Flour with Increased Resistant Starch Content. (Kansas State University, 2014).
37. Wahjuningsih, S. B., Haslina, Nazir, N., Azkia, M. N. & Triputranto, A. Characteristic of Mocaf Noodles with Sago Flour Substitution (Metroxylon sago) and Addition of Latoh (Caulerpa lentillifera). *International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology* **13**, 417–422 (2023). DOI: <https://doi.org/10.18517/ijaseit.13.2.18205>
38. Birt, D. F. *et al.* Resistant Starch: Promise for Improving Human Health. *Advances in Nutrition* **4**, 587–601 (2013). DOI: <https://doi.org/10.3945/an.113.004325>
39. Wang, S., Li, C., Copeland, L., Niu, Q. & Wang, S. Starch Retrogradation: A Comprehensive Review. *Compr Rev Food Sci Food Saf* **14**, 568–585 (2015). DOI: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12143>
40. Purbowati & Anugrah, R. M. Pengaruh Suhu dan Lama Penyimpanan terhadap Kadar Glukosa pada Nasi Putih. *Nutri-Sains: Jurnal Gizi Pangan dan Aplikasinya* **4**, 15–24 (2020). DOI: <https://doi.org/10.21580/ns.2020.4.1.4565>
41. Kohanmoo, A., Faghieh, S. & Akhlaghi, M. Effect of Short- and Long-Term Protein Consumption on Appetite and Appetite Regulating Gastrointestinal Hormones, A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Physiol Behav* **226**, 113123–113132 (2020). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2020.113123>
42. USDA. Food Data Central. *United States Department of Agriculture* <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/168943/nutrients> (2019).
43. Caesy, C. P., Sitania, C. K., Gunawan, S. & Aparamarta, H. W. Pengolahan Tepung Sagu dengan Fermentasi Aerobik Menggunakan Rhizopus sp. *Jurnal Teknik ITS* **7**, 132–134 (2018). DOI: <https://doi.org/10.12962/j23373539.v7i1.28811>

44. Adeyeye, S. A. O. Assessment of Quality and Sensory Properties of Sorghum–Wheat Flour Cookies. *Cogent Food Agric* **2**, 1–10 (2016). DOI: <https://doi.org/10.1080/23311932.2016.1245059>
45. N. F., A. N. R., Hartati, F. K. & Hariyani, N. Chemical and Organoleptic Quality of Free-Gluten Dry Noodles from Sorghum (Sorghum bicolor) and Modified Cassava Flour with Different Drying Temperature. *Journal of Technology and Information System* **1**, 64–71 (2023). DOI: <https://doi.org/10.58905/saga.v1i3.69>
46. Rimbawan & Nurbayani, R. Nilai Indeks Glikemik Produk Olahan Gembili. *Jurnal Gizi dan Pangan* **8**, 145–150 (2013). DOI: <https://doi.org/10.25182/jgp.2013.8.2.145-150>
47. Arif, A., Budiyanto, A. & Hoerudin. Glicemic Index of Foods and Its Affecting Factors. *Jurnal Litbang Pertanian* **32**, 91–99 (2013).
48. Yuwono, S. S., Waziroh, E. & Putri, W. D. R. *Teknologi Pengolahan Pangan Hasil Perkebunan*. (Universitas Brawijaya Press, Malang, 2017).
49. Alhadi, F., Fitri, C. A. & AB, A. Pengaruh Penggunaan Tepung Sagu Aren terhadap Kadar Protein, pH, Kadar Karbohidrat Patty Burger Daging Sapi. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian* **8**, 385–392 (2023). DOI: <https://doi.org/10.17969/jimfp.v8i4.28006>
50. Rahman, N. & Naiu, A. S. Karakteristik Kukis Bagea Tepung Sagu (Metroxylon sp.) yang Disubstitusi Tepung Ikan Teri (Stolephorus indicus). *Jambura Fish Processing Journal* **3**, 16–26 (2021). Doi: <https://doi.org/10.37905/jfpj.v3i1.7779>
51. Surahman, D. N. et al. Pendugaan Umur Simpan Snack Bar Pisang dengan Metode Arrhenius pada Suhu Penyimpanan yang Berbeda. *Biopropal Industri* **11**, 127–137 (2020). DOI: <https://doi.org/10.36974/jbi.v11i2.5898>
52. Zulfatunna'im, L. D., Bintari, S. H., Mubarak, I. & Dewi, P. Potensi Ekstrak Akuades Biji Pepaya sebagai Penghambat Pertumbuhan Khamir Penyebab Busuk Buah Tomat dan Stroberi. *Life Science* **11**, 13–28 (2022). DOI: <https://doi.org/10.15294/lifesci.v11i1.59788>
53. Mandasari, R., Amanto, B. S. & A. Achmad Ridwan. Kajian Karakteristik Fisik, Kimia, Fisikokimia, dan Sensori Tepung Kentang Hitam (Coleus tuberosus) Termodifikasi Menggunakan Asam Laktat. *Jurnal Teknosains Pangan* **4**, 1–15 (2015).
54. Fatkurahman, R., Windi, A. & Basito. Karakteristik Sensoris dan Sifat Fisikokimia Cookies dengan Substitusi Bekatul Beras Hitam (Oryza sativa L.) dan Tepung Jagung (Zea mays L.). *Jurnal Teknosains Pangan* **1**, 49–57 (2012).
55. Polii, F. F. Pengaruh Substitusi Tepung Kelapa terhadap Kandungan Gizi dan Sifat Organoleptik Kue Kering. *Buletin Palma* **18**, 91–98 (2017). DOI: <https://doi.org/10.21082/bp.v18n2.2017.91-98>
56. Fitria, E., Hariyadi, P., Andarwulan, N. & Triana, R. N. Sifat Fisikokimia Pati Sagu Termodifikasi dengan Metode Oksidasi Menggunakan Natrium Hipoklorit. *Jurnal Mutu Pangan* **5**, 100–108 (2018).
57. Wulandari, E., Sukarminah, E., Mardawati, E. & Furi, H. L. Profil Gelatinisasi Tepung Sorgom Putih Termodifikasi α -Amilase. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* **30**, 173–179 (2019). DOI: <https://doi.org/10.6066/jtip.2019.30.2.173>
58. Kustiningsih, H. & Retnawati, D. W. Pengaruh Penambahan Daun Indigofera Segar terhadap Produksi dan Warna Kuning Telur (Yolk) Ayam Petelur Kampung Unggul Balitbangtan. *Jurnal Pengembangan Penyuluhan Pertanian* **17**, 241–251 (2020). DOI: <https://doi.org/10.36626/jppp.v17i32.561>
59. Haryani, K., Hargono, Handayani, N. A., Ramadani, P. & Rezekia, D. Substitusi Terigu dengan Pati Sorgom Terfermentasi pada Pembuatan Roti Tawar: Studi Suhu Pemanggangan. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* **6**, 61–64 (2017). DOI: <https://doi.org/10.17728/jatp.197>
60. Tarwendah, I. P. Jurnal Review: Studi Komparasi Atribut Sensoris dan Kesadaran Merek Produk Pangan. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* **5**, 66–73 (2017).
61. Rading, Y. V., Mushollaeni, W. & Wirawan. Pembuatan Egg Roll dari Tepung Labu Kuning (Cucurbita Muschata Durch) Modifikasi sebagai Pengganti Tepung Terigu. *Jurnal Riset Multidisiplin dan Inovasi Teknologi* **2**, 86–100 (2024). DOI: <https://doi.org/10.59653/jimat.v2i01.350>
62. Budiyanto, A., Arif, A. B. & Richana, N. Optimization of Liquid Sugar Production Process from Sago (Metroxylon spp.). *IOP Conf Ser Earth Environ Sci* **309**, (2019). DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/309/1/012052>
63. Riyanto, W., Alsuheindra & Mahdiyah. Pengaruh Substitusi Tepung Sorgom Putih pada Pembuatan Fig Bar terhadap Daya Terima Konsumen. *Jurnal Teknologi Busana dan Boga* **8**, 108–113 (2020). DOI: <https://doi.org/10.15294/teknobuga.v8i2.23284>
64. Hasnelly & Ghaffar, R. M. Uji Organoleptik Mi Lidi Berbasis Jewawut dan Beras Merah sebagai Alternatif Camilan Bebas Gluten. *Pasundan Food Technology Journal* **8**, 85–88 (2021). DOI: <https://doi.org/10.23969/pftj.v8i3.4448>
65. Sitanggang, A. B. Faktor Kerusakan Produk Bakeri dan Pengendaliannya. *Food Review Indonesia* **12**, 40–44 (2017).
66. Nusa, M. I., MD, M. & Hakim, F. A. Identifikasi Mutu Fisik Kimia dan Organoleptik Penambahan Ekstrak Jahe (Zingiber officinale) pada Pembuatan Es Krim Sari Kacang Hijau (Phaseolus radiatus L.). *Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian* **2**, 47–51 (2019). DOI: <https://doi.org/10.30596/agrintech.v2i2.3433>