

RESEARCH STUDY

Indonesian Version

OPEN ACCESS

Pengembangan Brownies Substitusi Tepung Pisang Modifikasi terhadap Sifat Sensori dan Kandungan Gizi sebagai Salah Satu Alternatif Makanan Tambahan bagi Ibu Hamil

Development of Brownies Substituted with Modified Banana Flour towards Sensory Properties and Nutritional Content as Alternative Supplementary Food for Pregnant Women

Zukryandry Zukryandry^{1*}, Andra Vidyarini¹, Firdawati Firdawati¹, Annisa Fitri²¹Program Studi Pengolahan Patiseri, Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Lampung, Bandar Lampung, Indonesia²Program Studi Agribisnis Pangan, Jurusan Ekonomi dan Bisnis, Politeknik Negeri Lampung, Bandar Lampung, Indonesia**INFO ARTIKEL**

Received: 17-03-2025

Accepted: 14-11-2025

Published online: 21-11-2025

***Koresponden:**Zukryandry Zukryandry
zukryandry@polinela.ac.idDOI:
10.20473/amnt.v9i4.2025.698-709**Tersedia secara online:**<https://e-journal.unair.ac.id/AMNT>**Kata Kunci:**

Brownies, Tepung Pisang, Sifat Sensori, Kandungan Gizi, Ibu Hamil

ABSTRAK

Latar Belakang: Brownies telah menjadi makanan favorit berbagai kalangan, mulai dari anak-anak hingga dewasa, dan tidak terbatas pada status sosial tertentu. Pengembangan produk brownies menggunakan tepung pisang modifikasi diharapkan dapat mengurangi ketergantungan pada tepung terigu dan menyediakan pilihan produk brownies yang lebih sehat dengan kandungan gluten rendah. Brownies di pasaran kini memiliki karakteristik sensori yang beragam, sehingga perlu dilakukan pengembangan produk yang lebih inovatif. Pati merupakan komponen utama pada tepung pisang, sehingga perbaikan karakteristik tepung pisang dapat dilakukan melalui modifikasi pati. Salah satu cara untuk memperbaiki karakteristik pati adalah dengan melakukan modifikasi secara fisik yang dapat meningkatkan kualitas dan sifat fungsional tepung pisang dalam produk brownies.

Tujuan: Mengetahui sifat sensori dan kandungan gizi brownies dengan substitusi tepung pisang modifikasi (*Musa paradisiaca*).

Metode: Rancangan penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan 5 perlakuan (K=5), 1 unit percobaan dan dilakukan 3 kali pengulangan. Perlakuan yang dilakukan yaitu mensubstitusi tepung pisang modifikasi terhadap tepung terigu pada produk brownies dengan berbagai formulasi berbeda. Produk brownies yang dihasilkan kemudian dianalisis uji sensori dan kandungan zat gizi diantaranya kadar air, kadar protein, kadar lemak, kadar serat, kadar abu, karbohidrat, dan energi.

Hasil: Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan tepung pisang modifikasi sebanyak 80% memberikan sifat sensori paling disukai responden dari segi warna, aroma, tekstur, dan rasa. Kandungan zat gizi brownies substitusi tepung pisang modifikasi sebanyak 80% meliputi kadar air, kadar protein, kadar lemak, kadar serat, kadar abu, dan karbohidrat berturut-turut adalah 11,77%; 5,69%; 20,31%; 2,25%; 1,08% dan 58,90%.

Kesimpulan: Brownies substitusi tepung pisang modifikasi memiliki kandungan gizi yang tinggi dan, menjadikannya pilihan yang baik untuk memenuhi kebutuhan gizi harian.

PENDAHULUAN

Kelompok rentan seperti ibu hamil memerlukan asupan gizi tambahan untuk mengatasi masalah gizi¹. Berdasarkan Survei Diet Total (SDT) tahun 2014, ditemukan lebih dari separuh balita (55,7%) memiliki asupan energi di bawah Angka Kecukupan Energi (AKG) yang dianjurkan². Salah satu tantangan gizi yang umum dihadapi ibu hamil adalah kekurangan energi kronis (KEK), yang dapat memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan janin^{3,4}. Ibu dengan gizi buruk selama

kehamilan berisiko melahirkan bayi dengan potensi stunting^{5,6,7}. Oleh karena itu, pemenuhan zat gizi makro dan mikro melalui makanan tambahan sangat penting bagi ibu hamil untuk mencegah kelahiran bayi berat badan rendah dan risiko stunting pada anak^{7,8,9}. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan No. 51/2016 tentang Standar Produk Suplemen Gizi, pemerintah menganjurkan Program Pemberian Makanan Tambahan (PMT) berupa makanan ringan yang difortifikasi vitamin dan mineral khusus untuk ibu hamil dengan KEK. PMT ini

bertujuan untuk meningkatkan asupan energi dan protein selama kehamilan². Penelitian Zulaidah dkk. menunjukkan bahwa konsumsi PMT dapat meningkatkan berat badan bayi saat lahir secara signifikan dan efektif mengurangi jumlah ibu hamil dengan KEK⁸.

Menurut Survei Kesehatan Indonesia (SKI) 2023, hanya 20,2% ibu hamil di Indonesia yang menerima PMT dalam bentuk biskuit atau makanan tambahan lainnya. Menurut data SKI 2023, pengukuran Lingkar Lengan Atas (LLA) menunjukkan bahwa 16,9% ibu hamil mengalami KEK, yang juga merupakan akibat dari rendahnya penyerapan PMT¹⁰. Lebih lanjut, Survei Pola Makan Total (SPM) 2014 mengungkapkan bahwa kurangnya konsumsi makanan padat gizi selama kehamilan menjadi salah satu alasan mengapa lebih dari separuh balita Indonesia (55,7%) belum mencapai Angka Kecukupan Energi (AKE) yang direkomendasikan berdasarkan Angka Kecukupan Energi Indonesia (AKG)¹¹. Oleh karena itu, memastikan ibu hamil menerima makanan tambahan bergizi merupakan langkah penting untuk memenuhi kebutuhan gizinya.

Cara pengolahan PMT diantaranya adalah dengan memanfaatkan bahan pangan lokal, seperti pisang. Salah satu produk hortikultura utama yang dihasilkan di Provinsi Lampung adalah pisang. Produksinya telah meningkat satu peringkat sejak tahun 2022¹², menjadikannya salah satu provinsi di Indonesia dengan produksi pisang terbesar kedua¹³. Produk hilir pisang yang paling berharga adalah tepung pisang. Pisang lebih unggul daripada gandum karena dapat ditanam di daerah setempat¹⁴. Kandungan pati yang tinggi dalam tepung pisang memberikan alternatif potensial bagi tepung terigu dalam industri makanan. Selain itu, tepung pisang mengandung nilai gizi yang tinggi dan lebih mudah dicerna¹⁵. Tepung pisang menawarkan beberapa keunggulan dibandingkan tepung terigu dalam hal karakteristik kimia dan fisik, menjadikannya bahan alternatif yang menjanjikan untuk produk pangan fungsional. Salah satu manfaat utamanya adalah kandungan pati resisten (RS) yang tinggi, terutama jika berasal dari pisang mentah. Pati resisten bertindak sebagai serat pangan yang melewati pencernaan di usus halus dan difermentasi di usus besar, memberikan efek prebiotik dan membantu mengatur kadar glukosa darah karena respons glikemiknya yang lebih rendah dibandingkan dengan tepung terigu¹⁶. Selain itu, kombinasi pati resisten dan serat pangan dalam tepung pisang meningkatkan kapasitas penyerapan airnya, berkontribusi pada retensi kelembapan yang lebih baik, tekstur yang lebih lembut, dan masa simpan yang lebih lama pada makanan yang dipanggang¹⁷. Selain itu, tepung pisang kaya akan senyawa fenolik seperti asam galat, katekin, dan epikatekin, yang berfungsi sebagai antioksidan alami yang menetralkan radikal bebas¹⁸. Sebuah manfaat yang jarang ditemukan dalam jumlah signifikan pada tepung terigu. Tepung pisang secara alami bebas gluten, sehingga cocok untuk penderita penyakit celiac atau intoleransi gluten¹⁹. Tepung pisang juga mengandung mineral esensial seperti kalium, magnesium, dan fosfor yang lebih tinggi dibandingkan tepung terigu, sehingga memberikan profil nutrisi yang lebih unggul¹⁹. Mengingat manfaat-manfaat ini, tepung pisang merupakan alternatif yang lebih sehat dan lebih

fungsional dibandingkan tepung terigu dalam berbagai aplikasi pangan.

Modifikasi enzimatis dapat meningkatkan sifat fungsional tepung pisang, seperti memperkuat gel, meningkatkan kapasitas penyerapan air, kelarutan, dan kemampuan mengembang. Metode fisika, kimia, atau enzimatis semuanya dapat digunakan untuk memodifikasi pati. Karena metode fisik adalah yang paling murah dan paling mudah, metode ini paling sering digunakan untuk mengubah pati. Pra-pemasakan pada suhu yang lebih tinggi daripada suhu gelatinisasi pati dilanjutkan dengan pengeringan untuk mengubah sebagian atau seluruh granula pati merupakan ide dasar di balik prosedur modifikasi pati secara fisik. Kearsley dan Dziedzic menyatakan bahwa kisaran suhu gelatinisasi untuk pati pisang adalah antara 55 dan 70 derajat Celcius²⁰. Metode ini juga mengoptimalkan karakteristik pasta dan proses gelatinisasi, sehingga meningkatkan kegunaan pati pisang¹⁵.

Salah satu varietas pisang yang berpotensi diolah menjadi tepung adalah pisang janten. Pemilihan varietas mempengaruhi komposisi gizi produk akhir²¹. Pisang janten mengandung energi, protein, dan serat yang dapat menjadi zat gizi tambahan bagi ibu hamil²². Tepung pisang janten memiliki beberapa keunggulan dibandingkan tepung dari varietas pisang lainnya. Salah satu keunggulan utamanya adalah rendemennya yang tinggi, sekitar 35-36%, yang menunjukkan bahwa tepung ini lebih efisien dalam proses pengolahannya. Selain itu, kandungan lemaknya yang rendah membuatnya lebih tahan terhadap kerusakan akibat oksidasi lemak, sehingga cocok digunakan pada produk dengan masa simpan yang panjang. Kandungan pati resisten yang cukup tinggi, sekitar 26,17%, juga memberikan manfaat fungsional sebagai serat pangan yang mendukung kesehatan saluran pencernaan. Dari aspek visual, tepung pisang janten memiliki warna putih kekuningan yang seragam dan menarik, sehingga dapat mempercantik tampilan produk olahan. Kandungan vitamin C yang cukup baik juga menambah nilai gizi tepung ini. Berdasarkan keunggulan-keunggulan ini, tepung pisang janten sangat cocok untuk dikembangkan dalam berbagai produk pangan inovatif, seperti brownies, makanan bayi, atau pangan fungsional lainnya^{23,24,25}. Brownies merupakan salah satu produk hilir pisang yang memiliki cita rasa tinggi bagi konsumen. Menurut sejumlah penelitian terdahulu, penggunaan produk pangan lokal sebagai pengganti tepung saat menyiapkan brownies dapat meningkatkan tekstur dan daya tarik aromanya^{26,27}. Awal dalam penelitian ini²⁸ menunjukkan bahwa brownies dengan 50% tepung pisang alami lebih disukai oleh konsumen dalam hal warna, aroma, dan tekstur. Berdasarkan penelitian terdahulu, penggunaan tepung pisang sebagai substitusi dalam produksi brownies diharapkan dapat mendukung program diversifikasi pangan pemerintah. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh penambahan tepung pisang modifikasi terhadap sifat sensoris dan kandungan gizi brownies.

METODE

Desain, Tempat, dan Waktu Penelitian

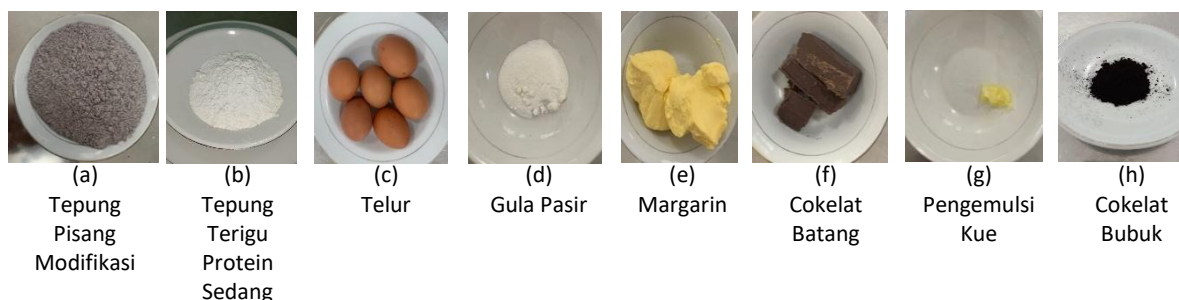
Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium

Politeknik Negeri Lampung, khususnya Laboratorium Patiseri dan Teknologi Hasil Pertanian (THP) Politeknik Negeri Lampung, mulai Desember 2024 hingga Februari 2025. Penelitian ini telah disetujui oleh Komite Etik Penelitian Fakultas Kesehatan Universitas Mitra Indonesia No. S.25/155/FKES10/2024 pada tanggal 10 Desember 2024. Analisis proksimat dilakukan di Laboratorium Teknologi Pangan Politeknik Negeri Lampung. Uji analisis sensoris dilakukan di Laboratorium Sensoris Program Studi Teknologi Pangan Politeknik Negeri Lampung.

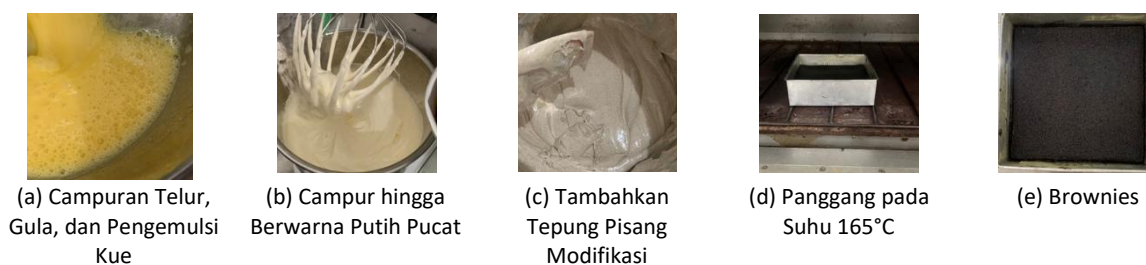
Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi tepung terigu protein sedang, tepung pisang modifikasi, telur, margarin, gula pasir, cokelat batang, bubuk kakao, dan pengemulsi kue (Gambar 1). Tepung pisang modifikasi dihasilkan dari pisang janten yang telah mengalami proses prigelatinisasi parsial selama 30 menit. Proses pembuatan tepung pisang modifikasi diawali dengan pemilihan pisang janten hijau yang diperoleh dari pasar tradisional di Kota Bandar Lampung. Pisang dikupas, dicuci, dan diiris tipis secara manual menjadi keripik setebal 2 milimeter. Irisan pisang kemudian dicuci kembali di bawah air mengalir,

ditiriskan, dan dikeringkan menggunakan *rotary drum dryer* pada suhu 70°C selama 30 menit. Pengeringan dilanjutkan dalam *cabinet dryer* pada suhu 55°C hingga kadar air mencapai 12%. Setelah pengeringan selesai, keripik digiling menggunakan mesin penggiling tepung hingga ukuran 80 mesh untuk menghasilkan tepung pisang modifikasi. Salah satu teknik alterasi fisik akibat pemanasan adalah dengan gelatinisasi parsial, yang menggunakan *spray dryer* atau *drum dryer*²⁹. Pati yang akan dikeringkan dituangkan ke dalam alat pemanas dengan metode *drum dryer*, dan lapisan tipis yang dihasilkan kemudian digiling menjadi bubuk dengan ukuran yang sesuai. Pada metode *spray dryer*, bahan yang mengandung pati atau bubur pati dikeringkan dalam *spray dryer* dengan suhu 285°C selama kurang lebih 4 detik, menghasilkan produk bubuk^{30,31}. Gambar 2 menunjukkan alur pembuatan brownies pisang. Campur 300 g telur, 200 g gula, dan 6 g pengemulsi kue hingga terbentuk warna putih khas, yang menandakan aerasi yang baik. Tambahkan 200 g campuran tepung pisang modifikasi sesuai perlakuan dengan tepung terigu, 5 g bubuk cokelat, 200 g margarin, dan 250 g cokelat batang yang telah dilelehkan dengan spatula hingga rata. Tuang ke dalam loyang dan panggang pada suhu 165°C selama 30 menit.



Gambar 1. Bahan-bahan pembuatan brownies substitusi tepung pisang modifikasi



Gambar 2. Tahapan pembuatan brownies substitusi tepung pisang modifikasi

Formulasi

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL). Percobaan dilakukan dengan berbagai rasio tepung pisang modifikasi terhadap tepung terigu, yaitu 20%:80%,

40%:60%, 60%:40%, 80%:20%, dan 100%:0%, sebagaimana tercantum pada Tabel 1. Setiap perlakuan dilakukan tiga kali pengulangan untuk memastikan keakuratan hasil.

Tabel 1. Rancangan Percobaan Substitusi Tepung Pisang Modifikasi

Rancangan Percobaan		Pengulangan	
B1	B11	B12	B13
B2	B21	B22	B23
B3	B31	B23	B33
B4	B41	B24	B43
B5	B51	B25	B53

B1: kelompok perlakuan substitusi tepung pisang modifikasi 20% pada brownies, B2: kelompok perlakuan substitusi tepung pisang modifikasi 40% pada brownies, B3: kelompok perlakuan substitusi tepung pisang modifikasi 60% pada brownies, B4: kelompok perlakuan substitusi tepung pisang modifikasi 80% pada brownies, B5: kelompok perlakuan substitusi tepung pisang modifikasi 100% pada brownies, 1; 2; 3=replikasi percobaan pembuatan brownies

Tabel 2. Penambahan Tepung Pisang Modifikasi dan Tepung Terigu pada Komposisi Brownies

Bahan	Perlakuan				
	B1	B2	B3	B4	B5
Tepung Pisang Modifikasi (g)	40	80	120	160	200
Tepung Terigu Protein Sedang (g)	160	120	80	40	0
Telur (g)	300	300	300	300	300
Gula Pasir (g)	200	200	200	200	200
Margarin (g)	200	200	200	200	200
Cokelat Batang (g)	250	250	250	250	250
Pengemulsi Kue (g)	6	6	6	6	6
Cokelat Bubuk (g)	5	5	5	5	5

Proses pembuatan brownies dilakukan melalui beberapa tahap. Pertama, 300 g telur ayam, 6 g pengemulsi kue, dan 200 g gula pasir dimasukkan ke dalam baskom, kemudian dikocok menggunakan mixer selama 15 menit hingga adonan berwarna putih dan mengembang. Selanjutnya, ditambahkan 200 g campuran tepung pisang modifikasi dan tepung terigu sesuai perlakuan yang diterapkan. Dengan menggunakan kecepatan mixer rendah, 5 g bubuk cokelat, 200 g margarin yang dilelehkan, dan 250 g cokelat batang ditambahkan ke dalam adonan. Setelah semua bahan tercampur rata, adonan dituang ke dalam loyang persegi berukuran 20 cm × 20 cm × 4 cm yang telah dialasi kertas roti. Tahap selanjutnya adalah proses pemanggangan pada suhu 165°C selama 30 menit. Setelah matang, brownies dikeluarkan dari loyang dan didinginkan pada suhu ruang³². Metode ini merupakan pengembangan dari penelitian sebelumnya.

Analisis komposisi kimia tepung pisang modifikasi meliputi pengukuran kadar air, abu, lemak, protein, dan karbohidrat. Kadar air dianalisis menggunakan metode pengeringan oven mengacu pada AOAC (2012), sedangkan kadar abu diukur dengan metode langsung AOAC (2012). Kadar serat kasar dianalisis menggunakan metode gravimetri AOAC (2012), kadar protein ditentukan menggunakan metode Kjeldahl AOAC (2012), dan kadar lemak diukur menggunakan metode Soxhlet AOAC (2012). Sementara itu, kadar karbohidrat total dihitung menggunakan metode selisih. Pengamatan brownies meliputi berbagai parameter, seperti sifat pemasakan, kadar air, abu, serat kasar, lemak, protein, karbohidrat, dan sifat sensori. Daya kembang dianalisis berdasarkan kemampuan mengembang menggunakan metode AACC 66-50 (AACC, 2010) dengan beberapa penyesuaian. Untuk menguji kandungan energi, analisis dilakukan dengan menggunakan Tabel Komposisi Pangan Indonesia (TKPI) 2017 dengan metode empiris sebagai berikut³³:

$$\text{Energi} = \frac{\text{Berat Bahan (g)}}{100 \text{ g}} \times \text{Nilai Energi per Bahan}$$

Keterangan:

*) Nilai energi (kalori/100 g bahan)

Uji daya kembang brownies³⁴ pada penelitian ini adalah sebagai berikut: adonan sebelum dipanggang ditaruh dalam wadah kertas berdiameter 6 cm dengan tinggi adonan awal yang seragam yaitu 3 cm (A), setelah dipanggang kemudian diukur tinggi brownies menggunakan penggaris (B), kemudian dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Daya Kembang} = \frac{(B - A)}{A} \times 100\%$$

Keterangan:

A = tinggi adonan sebelum pemanggangan (cm)

B = tinggi adonan setelah pemanggangan (cm)

Kandungan protein dianalisis menggunakan metode Kjeldahl sesuai dengan standar AOAC (2012) No. 978.04. Evaluasi sensoris melibatkan 25 orang panelis semi terlatih dengan rentang usia 19-26 tahun. Panelis menilai warna, aroma, tekstur, dan rasa brownies pada skala hedonik. Penilaian dilakukan dengan menggunakan skala hedonik 1-5, di mana skor 5 menunjukkan sangat suka, skor 4 suka, skor 3 netral atau agak suka, skor 2 tidak suka, dan skor 1 sangat tidak suka³⁵. Hasil evaluasi kemudian disusun dalam bentuk tabel dan dianalisis secara deskriptif. Untuk menentukan karakteristik sensoris brownies yang dibuat dengan tepung pisang yang dimodifikasi, data dianalisis menggunakan uji statistik One Way ANOVA dengan tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$). Analisis statistik dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SPSS 16.0. Jika hasil menunjukkan $p\text{-value} < 0,05$, terdapat perbedaan signifikan antar perlakuan. Jika hasil menunjukkan $p\text{-value} \geq 0,05$, tidak terdapat perbedaan signifikan. Jika terdapat perbedaan signifikan, uji lanjutan menggunakan metode LSD dilakukan untuk mengidentifikasi perlakuan yang menyebabkan perbedaan tersebut³⁶.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis komposisi kimia tepung pisang modifikasi yang dilakukan pada penelitian awal disajikan pada Tabel 3. Tepung pisang modifikasi yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kadar air yang relatif rendah, yaitu di bawah 10%. Kadar air ini memberikan keuntungan berupa masa simpan produk yang lebih lama³⁷. Kandungan protein merupakan faktor penting

yang memengaruhi karakteristik tekstur suatu produk pangan³⁸. Kadar protein tepung sangat memengaruhi tekstur dan kualitas produk akhir saat membuat brownies. Kelembutan dan struktur brownies dapat dipengaruhi oleh kadar protein tepung pisang yang lebih rendah dibandingkan dengan tepung terigu. Brownies dengan tekstur yang lebih lembut dan lembap dapat

dibuat dengan tepung pisang berprotein rendah. Namun, campuran dengan tepung berprotein lebih tinggi diperlukan untuk mendapatkan keseimbangan yang baik antara kelembutan dan kepadatan^{39,40}. Dalam penelitian ini, tepung pisang modifikasi mengandung 10,96% protein, yang lebih rendah daripada kadar protein tepung terigu, yang berkisar antara 11,48% hingga 14,08%⁴¹.

Table 3. Komposisi Kimia Tepung Pisang Modifikasi

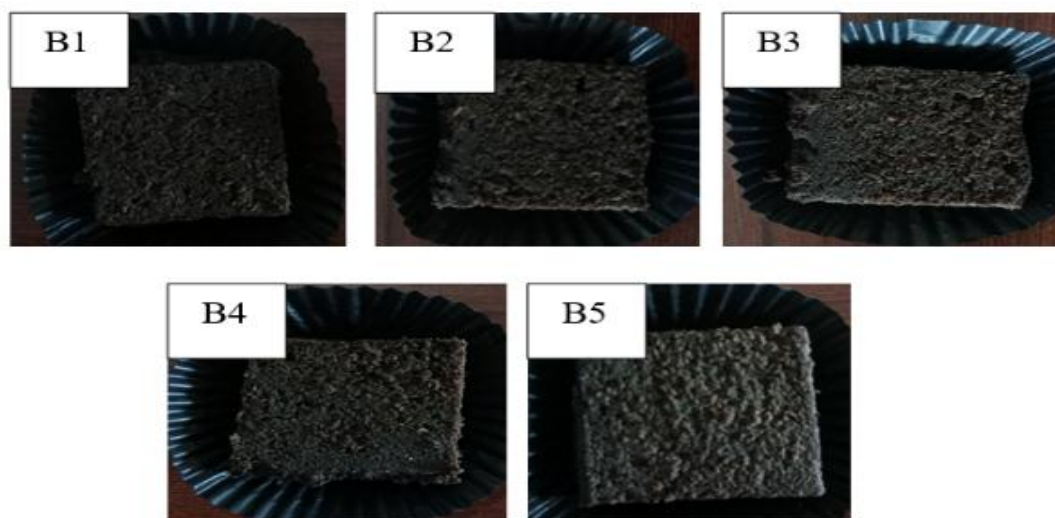
Komposisi Kimia	Kandungan (%)
Kadar Air	9,86
Kadar Abu	2,19
Kadar Serat Kasar	1,92
Kadar Lemak	1,01
Kadar Protein	3,57
Kadar Karbohidrat	81,45

Kadar abu berpengaruh terhadap kualitas brownies yang dihasilkan. Tepung pisang yang dimodifikasi memiliki kadar abu yang cukup tinggi, yaitu 2,19%, meskipun masih lebih rendah dibandingkan tepung terigu yang berkisar antara 3,18% hingga 3,69%⁴². Selain itu, kadar abu juga berkontribusi terhadap perubahan warna produk pangan. Untuk menghasilkan produk dengan kualitas optimal, kadar abu yang ideal adalah antara 0,5% hingga 0,6%⁴³. Rasa dan tekstur dapat dipengaruhi oleh konsentrasi abu yang tinggi. Brownies dengan kadar abu yang tinggi memiliki warna yang lebih gelap, rasa pahit, dan tekstur berpasir.

Produk Brownies

Gambar 3 menunjukkan tampilan brownies dengan berbagai komposisi substitusi antara tepung pisang modifikasi dan tepung terigu. Secara visual, semakin banyak tepung pisang modifikasi yang digunakan, warna brownies cenderung semakin gelap⁴⁴. Hal ini disebabkan oleh senyawa dalam tepung pisang yang memengaruhi warna dan kecerahan produk akhir. Penurunan kecerahan pada brownies yang dibuat dengan tepung pisang terjadi karena tepung pisang memiliki

tingkat keputihan yang lebih rendah, yaitu 44,6 dibandingkan dengan tepung terigu²⁷. Perbedaan warna pada brownies terutama dipengaruhi oleh jumlah tepung pisang modifikasi yang digunakan dalam adonan. Panelis umumnya lebih menyukai brownies dengan warna cokelat yang tidak terlalu gelap, sehingga tingkat penerimaannya lebih tinggi daripada brownies yang warnanya lebih pekat. Cokelat batang memberikan tekstur yang lebih lembap, sementara cokelat bubuk memberikan rasa yang lebih kaya. Tekstur yang disukai panelis dalam penelitian ini dihasilkan dengan menambahkan lebih banyak cokelat batang daripada cokelat bubuk⁴⁵. Perbedaan warna ini berkaitan dengan reaksi pencoklatan non-enzimatik yang terjadi selama proses pemanggangan. Kandungan gula dalam tepung pisang yang digunakan memengaruhi proses pencoklatan non-enzimatik. Kandungan gula dalam tepung pisang dapat bereaksi dengan asam amino membentuk senyawa cokelat. Semakin banyak tepung pisang yang digunakan, semakin tinggi kandungan gula dalam produk sehingga dapat memengaruhi reaksi non-enzimatik (reaksi Maillard) yang menghasilkan senyawa cokelat. Reaksi ini memengaruhi warna dan rasa brownies.



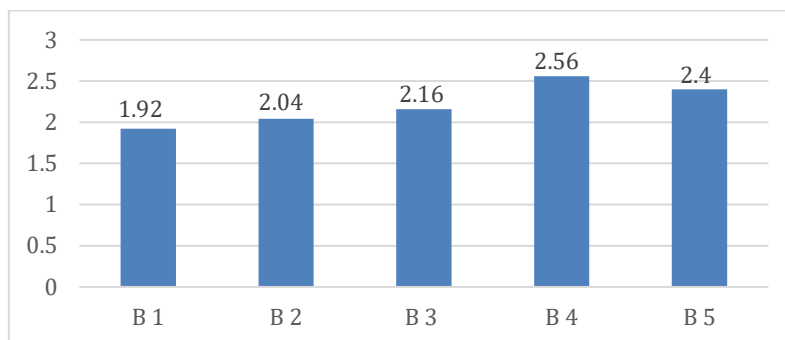
B1: perlakuan substitusi tepung pisang modifikasi pada brownies (20%); B2: perlakuan substitusi tepung pisang modifikasi 40% g pada brownies; B3: perlakuan substitusi tepung pisang modifikasi 60% g pada brownies; B4: perlakuan substitusi tepung pisang modifikasi 80% g pada brownies; B5: perlakuan substitusi tepung pisang modifikasi 100% g pada brownies.

Gambar 3. Penampakan Brownies Substitusi Tepung Pisang Modifikasi

Tabel 4. Hasil Uji Duncan terhadap Warna, Aroma, Tekstur, dan Rasa Brownies Substitusi Tepung Pisang Modifikasi

Perlakuan	Warna	Aroma	Tekstur	Rasa
B1 (20%)	1,92±0,22 ^b	2,80±0,76 ^b	3,28±0,55 ^a	2,92±0,79 ^b
B2 (40%)	2,04±0,21 ^a	3,04±0,19 ^a	3,36±0,94 ^a	3,16±0,14 ^b
B3 (60%)	2,16±0,16 ^a	3,32±0,22 ^a	3,40±0,78 ^a	3,28±0,38 ^b
B4 (80%)	2,56±0,09 ^a	3,44±0,89 ^a	3,48±0,30 ^a	3,88±0,99 ^a
B5 (100%)	2,40±0,11 ^a	3,16±0,47 ^a	3,44±0,61 ^a	3,52±0,51 ^a

Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji LSD pada taraf 5%

**Gambar 4.** Hasil Analisis Warna Brownies

Uji Sensori Warna

Hasil analisis sensori warna brownies dapat dilihat pada Gambar 4. Kombinasi tepung pisang modifikasi, gula pasir, dan cokelat batang serta bubuk cokelat memengaruhi variasi warna brownies. Interaksi bahan-bahan ini menghasilkan warna cokelat yang khas pada brownies. Panelis umumnya lebih menyukai brownies dengan warna yang lebih gelap, sehingga meningkatkan tingkat penerimaan mereka dibandingkan dengan brownies dengan warna yang lebih terang. Hal ini berkaitan dengan terjadinya reaksi pencoklatan non-enzimatis selama proses pemanggangan.

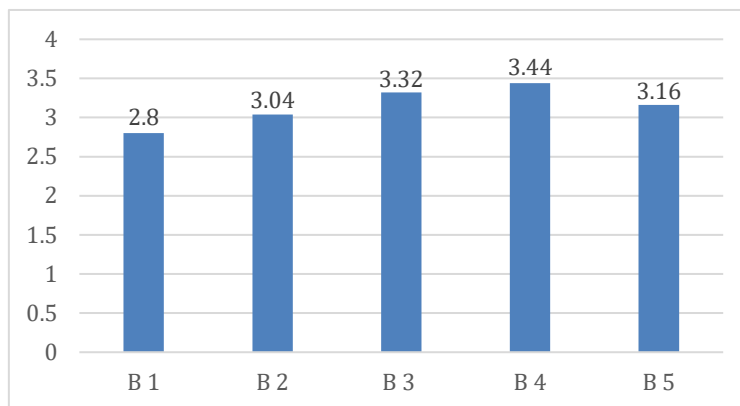
Hasil analisis menunjukkan perbedaan warna yang signifikan antara brownies dengan substitusi tepung pisang modifikasi dan brownies berbahan tepung terigu, terutama pada tingkat substitusi 20% dan 80%. Perbedaan ini diduga disebabkan oleh peningkatan jumlah tepung pisang modifikasi dalam formulasi. Warna merupakan salah satu faktor utama yang memengaruhi penerimaan konsumen terhadap suatu produk. Dalam evaluasi mutu pangan, aspek-aspek seperti rasa, warna, tekstur, dan kandungan gizi memegang peranan penting. Namun, warna seringkali menjadi faktor pertama yang menarik perhatian konsumen. Jika suatu produk memiliki nilai gizi yang baik, rasa yang lezat, dan tekstur yang sesuai, tetapi penampilannya tidak menarik, konsumen cenderung enggan untuk mengonsumsinya.

Penelitian ini menemukan bahwa brownies dengan substitusi tepung pisang modifikasi 80% lebih disukai panelis dibandingkan dengan tingkat substitusi lainnya. Hal ini disebabkan terjadinya reaksi pencoklatan non-enzimatis, terutama reaksi Maillard, selama proses pemanasan. Panelis menyukai produk dengan warna

cokelat keemasan yang dihasilkan dari substitusi tepung pisang 80%. Substitusi tepung pisang hingga 100% menghasilkan warna cokelat tua yang tidak menarik bagi ibu hamil. Menurut Winarno⁴⁶, reaksi Maillard terjadi karena adanya interaksi antara karbohidrat, terutama gula pereduksi, dengan gugus amina primer. Reaksi ini menghasilkan senyawa berwarna cokelat yang diinginkan dalam produk pangan, meskipun dalam beberapa kondisi dapat menyebabkan penurunan kualitas. Pencoklatan non-enzimatis terjadi ketika gula pereduksi bereaksi dengan senyawa yang mengandung gugus NH_2 , seperti protein, asam amino, peptida, dan amonium⁴⁷.

Uji Sensori Aroma

Hasil analisis sensori aroma brownies dapat dilihat pada Gambar 5. Hasil analisis ragam menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada aroma brownies yang dibuat dengan substitusi tepung pisang modifikasi dibandingkan dengan brownies berbahan dasar tepung terigu, terutama pada taraf substitusi 20% dan 80%. Berdasarkan data pada Tabel 4, semakin tinggi proporsi tepung pisang modifikasi yang ditambahkan, semakin tinggi pula tingkat penerimaan panelis terhadap aroma brownies. Formulasi dengan substitusi tepung pisang modifikasi 20% memiliki nilai rerata penerimaan terendah, yaitu 2,8. Penambahan tepung pisang modifikasi berpengaruh terhadap aroma brownies, di mana peningkatan konsentrasi menghasilkan perubahan aroma yang lebih nyata. Brownies dengan tepung pisang modifikasi memiliki aroma pisang yang khas sehingga dapat meningkatkan daya tarik bagi konsumen untuk mencicipinya.



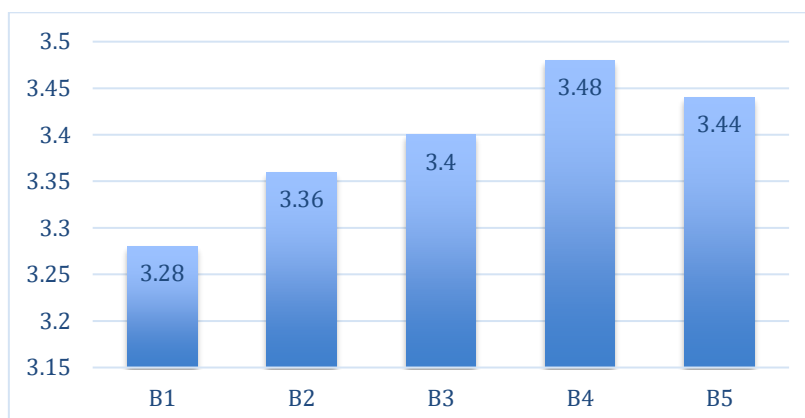
Gambar 5. Hasil Analisis Aroma Brownies

Secara keseluruhan, penggunaan tepung pisang yang dimodifikasi memainkan peran utama dalam menentukan penerimaan produk. Rasa, tekstur, aroma, dan warna merupakan beberapa faktor yang memengaruhi tingkat kesukaan brownies yang dibuat tanpa tepung pisang. Penerimaan produk dipengaruhi oleh rasa pisang yang manis dan aroma yang kuat. Selain itu, tekstur yang lembut dan warna coklat keemasan brownies pisang memengaruhi daya tarik produk. Semakin tinggi persentase tepung pisang yang digunakan, semakin kuat aroma pisangnya, sehingga panelis cenderung lebih menyukai brownies tersebut. Selain itu,

penelitian lain yang dilakukan juga menunjukkan bahwa variasi konsentrasi tepung memengaruhi aroma yang dihasilkan dalam suatu produk pangan⁴⁸.

Uji Sensori Tekstur

Hasil analisis sensori tekstur brownies dapat dilihat pada Gambar 6. Evaluasi sensori tekstur brownies dengan substitusi tepung pisang yang dimodifikasi menunjukkan skor rata-rata berkisar antara 3,28 hingga 3,52. Secara deskriptif, temuan ini menunjukkan bahwa panelis menyukai tekstur brownies yang mengandung tepung pisang yang dimodifikasi.



Gambar 6. Hasil Analisis Tekstur Brownies

Secara keseluruhan, grafik menunjukkan tren penurunan skor, yang menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat substitusi tepung pisang yang dimodifikasi, tekstur brownies cenderung menjadi lebih lembut. Penelitian pada tahun 2024 menemukan bahwa ketika pati pisang kepek yang dimodifikasi digunakan sebagai pengganti tepung terigu saat membuat brownies kukus, nilai kekerasan brownies menurun drastis seiring dengan proporsi substitusinya⁴⁹. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak tepung pisang yang digunakan, tekstur brownies menjadi lebih lembut. Hasil ini semakin didukung oleh sebuah penelitian yang menemukan bahwa panelis lebih menyukai brownies yang dibuat dengan tepung pisang karena teksturnya yang lebih lembut. Kelembutan tekstur brownies merupakan hasil dari granula pati yang mengembang selama pemanggangan karena tingginya kandungan pati dalam

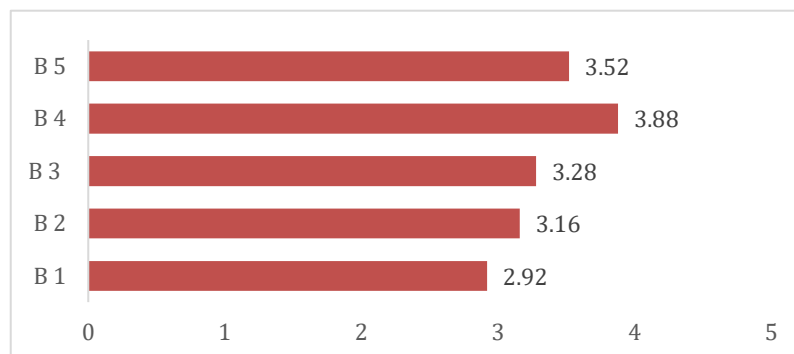
tepung pisang³⁹. Secara ilmiah, semakin banyak tepung pisang yang ditambahkan ke dalam formulasi brownies, semakin lembut tekstur brownies yang disebabkan oleh kandungan pati resisten, amilopektin, dan serat pangan dalam tepung pisang yang berinteraksi dengan air dan lemak selama proses pemanggangan. Berdasarkan analisis uji Duncan, tidak ditemukan perbedaan signifikan pada tekstur brownies di antara berbagai tingkat substitusi, karena semua perlakuan berada dalam kelompok yang sama. Panelis menganggap kelembutan tekstur sebagai salah satu karakteristik yang disukai. Hal ini berkaitan dengan kandungan protein dalam tepung terigu yang berperan dalam pembentukan gluten, yang memberikan brownies struktur yang elastis dan kenyal⁵⁰.

Uji Sensori Rasa

Hasil analisis sensori rasa brownies dapat dilihat

pada Gambar 7. Berdasarkan evaluasi sensori rasa yang dilakukan oleh panelis, substitusi tepung pisang modifikasi pada brownies menghasilkan perbedaan yang signifikan pada rasa produk akhir. Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa substitusi tepung pisang modifikasi

pada tingkat 80% dan 100% berpengaruh nyata terhadap kualitas hedonik rasa brownies dibandingkan dengan tingkat 20%, 40%, dan 60%, karena kedua perlakuan berada dalam kelompok yang berbeda.



Gambar 7. Hasil Analisis Rasa Brownies

Di sisi lain, meskipun terdapat perbedaan rasa antara substitusi pada tingkat 80% dan 100%, perbedaan tersebut tidak signifikan karena keduanya berada dalam kelompok yang sama. Hal serupa terjadi pada tingkat 20%, 40%, dan 60%, di mana meskipun terdapat variasi rasa, pengaruhnya tidak signifikan karena ketiga perlakuan ini juga berada dalam kelompok yang sama. Secara keseluruhan, semakin tinggi proporsi tepung pisang yang dimodifikasi dalam brownies, semakin disukai rasa yang dihasilkan oleh panelis. Hal ini karena rasa tepung pisang yang dimodifikasi lebih dominan dibandingkan bahan lainnya, sehingga memberikan rasa khas yang lebih menonjol di lidah. Rasa tepung pisang biasanya netral hingga sedikit pahit. Tepung pisang dapat menambahkan rasa pisang yang halus pada brownies tanpa mengalahkan rasa produk akhir. Rasa dan tekstur akhir brownies dapat dipengaruhi oleh penggunaan tepung pisang. Aroma pisang yang halus dapat dihasilkan dengan mengganti tepung terigu dengan tepung pisang dalam rasio tertentu tanpa mengalahkan rasa produk. Di sisi lain, menambahkan terlalu banyak tepung pisang

dapat mengakibatkan perubahan tekstur dan rasa yang tidak diinginkan. Untuk memadukan cita rasa unik tepung pisang dengan kualitas brownies yang diinginkan, penting untuk memastikan rasio yang tepat dalam formulasi produk^{27,51}.

Analisis Daya Kembang

Rata-rata kemampuan mengembangkan spesifik brownies berkisar antara 0,16 cm³ - 0,27 cm³ (Tabel 8), dengan rata-rata tertinggi adalah 0,27 cm³ pada perlakuan substitusi tepung pisang modifikasi 20% dan rata-rata terendah adalah 0,16 cm³ pada substitusi tepung pisang modifikasi 100%. Brownies yang dibuat dengan substitusi tepung pisang modifikasi pada kisaran 20% hingga 100%, menunjukkan penurunan kemampuan mengembangkan. Semakin besar proporsi tepung pisang modifikasi yang digunakan, semakin rendah tingkat pengembangan brownies. Penurunan ini disebabkan oleh berkurangnya kandungan gluten dalam adonan, yang penting dalam membentuk struktur brownies selama proses pemanggangan.

Tabel 8. Daya Kembang Brownies

Ulangan	Perlakuan Substitusi Tepung Pisang Modifikasi				
	20%	40%	60%	80%	100%
1	0,26	0,22	0,22	0,18	0,16
2	0,26	0,24	0,22	0,17	0,16
3	0,28	0,24	0,21	0,17	0,15
Rata-Rata	0,27±0,01	0,23±0,01	0,22±0,01	0,17±0,01	0,16±0,01

Faktor utama yang memengaruhi kemampuan brownies untuk mengembangkan adalah jenis bahan baku yang digunakan dan proses pemanggangan. Penggunaan tepung pisang yang dimodifikasi dalam jumlah besar menyebabkan tekstur brownies menjadi kurang mengembangkan. Salah satu alasannya adalah tepung terigu secara alami mengandung dua jenis protein, gliadin dan glutenin. Ketika kedua protein ini bercampur dengan air, mereka membentuk gluten, senyawa dengan sifat kohesif dan viskoelastis yang memungkinkan adonan meregang dengan baik⁴⁷. Kapasitas pati untuk mengembangkan setelah menyerap air dikenal sebagai daya pengembangan. Daya pengembangan tidak berpengaruh

pada pengembangan produk dalam hal brownies. Daya pengembangan tidak terlalu berpengaruh pada pengembangan brownies karena tidak perlu dikembangkan seperti adonan roti atau kue lainnya. Daya pengembangan tidak terlalu berpengaruh pada tekstur brownies karena brownies cenderung lebih padat dan lembap dibandingkan roti⁵².

Penentuan Formulasi Terbaik

Kualitas suatu produk pangan dinilai dari perspektif objektif dan subjektif. Kualitas subjektif adalah kualitas yang ditentukan dari penilaian instrumen manusia atau yang dikenal sebagai sifat sensoris.

Penentuan formulasi terbaik didasarkan pada pengamatan sifat sensoris produk brownies modifikasi substitusi tepung pisang. Selain dievaluasi secara objektif, produk pangan juga dievaluasi secara subjektif untuk kualitasnya. Pengamatan kandungan gizi brownies dan

hasil uji sensoris digunakan untuk mengidentifikasi formulasi yang optimal karena kualitas subjektif dinilai menggunakan instrumen manusia, atau lebih umum, kualitas sensoris. Hasil rekapitulasi data uji sensoris disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Uji Sensori Brownies

Parameter	Perlakuan Substitusi Tepung Pisang Modifikasi				
	20%	40%	60%	80%	100%
Warna	1,92	2,04	2,16	2,56	2,40
Aroma	2,80	3,04	3,32	3,44	3,16
Tekstur	2,92	3,16	3,28	3,88	3,52
Rasa	3,28	3,36	3,40	3,48	3,44

Analisis Kandungan Gizi

Tabel 10 menyajikan analisis kandungan gizi formulasi brownies optimal dengan substitusi tepung pisang modifikasi, termasuk parameter kunci seperti kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, kadar serat karbohidrat, dan nilai energi. Data ini memberikan evaluasi komparatif antara tiga varian berbeda: brownies standar yang diformulasikan sesuai persyaratan Standar Nasional Indonesia (SNI) brownies kontrol yang dibuat

dengan 100% tepung terigu (tanpa perlakuan), dan formulasi terbaik terpilih yang mengandung 80% tepung pisang modifikasi. Profil gizi komparatif ini menunjukkan perbedaan signifikan dalam komposisi makro dan mikronutrien antara brownies konvensional berbasis gandum dan produk yang dikembangkan dengan penambahan tepung pisang, khususnya menyoroti potensinya sebagai alternatif gizi bagi ibu hamil.

Tabel 10. Hasil Analisis Kandungan Gizi Brownies

Komponen	Brownies Kontrol	Brownies Terbaik	Brownies Standar
Kadar Air (%)	12,35±0,08	11,77±0,22	Max. 16,78
Kadar Abu (%)	1,11±0,19	1,08±0,82	Max. 2,39
Kadar Serat Kasar (%)	2,03±0,22	2,25±0,13	Max. 2,52
Kadar lemak (%)	20,66±0,09	20,31±0,03	Max. 26,93
Kadar Protein (%)	5,98±0,77	5,69±0,71	Min. 5,03
Kadar Karbohidrat (%)	57,87±0,18	58,90±0,04	Min. 51,72
Energi (kcal)	442	475	450

Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar air pada brownies dengan pengganti tepung pisang modifikasi mencapai 11,77%. Meskipun belum ditemukan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang secara khusus mengatur brownies dengan tepung pisang modifikasi, standar yang paling mendekati adalah brownies berbahan dasar tepung terigu. Menurut SNI, kadar air maksimum yang diperbolehkan pada brownies adalah 16,78%. Dengan kadar air yang lebih rendah dibandingkan brownies tepung terigu, produk ini masih aman untuk dikonsumsi. Kadar abu pada brownies dengan menggunakan tepung pisang modifikasi tercatat sebesar 1,08%. Abu merupakan residu yang tersisa setelah makanan dibakar hingga karbonnya habis. Kadar abu mencerminkan jumlah mineral dalam suatu bahan, di mana kadar abu yang lebih tinggi menunjukkan lebih banyak kandungan mineral. Jumlah mineral, termasuk kalsium, fosfor, magnesium, dan kalium dalam tepung pisang meningkat seiring dengan kadar abunya. Alasannya adalah karena abu terdiri dari mineral merupakan residu anorganik yang tersisa setelah pembakaran molekul organik⁵³.

Selain itu, kadar protein pada brownies dengan tepung pisang modifikasi mencapai 5,69%, lebih tinggi dari standar minimal SNI⁵⁴, yaitu 5,03%. Hal ini menunjukkan bahwa brownies tersebut memenuhi standar kadar protein yang telah ditetapkan. Protein penting dalam menyediakan asam amino yang menunjang pembentukan dan pemeliharaan jaringan tubuh. Namun, jika dibandingkan dengan brownies

berbahan dasar tepung terigu, kadar proteinnya sedikit lebih rendah. Hal ini disebabkan oleh rendahnya kadar protein pada tepung pisang modifikasi, yaitu hanya sekitar 3,57%, sehingga substitusi tepung terigu dengan tepung pisang modifikasi dapat mengurangi kadar protein pada produk akhir. Tepung terigu memiliki kemampuan untuk membentuk gluten yang berkontribusi terhadap tekstur brownies yang elastis dan kenyal. Granula tepung terigu tersusun dalam matriks protein gluten, yang memungkinkan terjadinya interaksi dengan bahan lain melalui ikatan ionik, hidrogen, maupun reaksi hidrofobik⁵⁵.

Protein merupakan zat gizi esensial yang berfungsi dalam pembentukan enzim, hormon, dan struktur tubuh. Selain itu, protein yang mengandung asam amino dan faktor pertumbuhan mirip insulin berperan dalam produksi lipid dan pertumbuhan tulang. IGF juga mengatur konsumsi protein dan mengendalikan pertumbuhan. Bagi ibu hamil, protein yang cukup diperlukan untuk mendukung perkembangan janin dan embriogenesis. Kekurangan protein selama kehamilan dapat menghambat pertumbuhan janin dan meningkatkan risiko berat badan lahir rendah⁵⁶.

Pada produk ini, lemaknya berasal dari margarin dan cokelat batang. Kandungan lemak pada brownies dengan pengganti tepung pisang modifikasi mencapai 20,31%. Lemak berfungsi sebagai sumber energi yang lebih efisien dibandingkan karbohidrat maupun protein, dengan setiap gram lemak menghasilkan 9 kkal,

sedangkan karbohidrat dan protein hanya menyumbang 4 kkal per gram⁵⁷. Hasil analisis serat menunjukkan bahwa brownies berbahan tepung pisang modifikasi mengandung 2,25% serat. Berdasarkan rekomendasi dari Dinas Gizi Kementerian Kesehatan dan Lembaga Kesehatan Masyarakat tahun 1999, suatu produk dapat dikategorikan sebagai sumber serat pangan jika mengandung 3-6 g serat per 100 g⁵⁸. Serat makanan berperan dalam menentukan sifat fisik bahan makanan dan secara fisiologis didefinisikan sebagai komponen tanaman yang tidak dapat dicerna oleh enzim di lambung atau usus halus⁴⁶.

Berdasarkan hasil analisis, total energi pada sampel brownies kontrol adalah 442 kkal, masih di bawah standar komposisi gizi makanan tambahan untuk ibu hamil menurut PERMENKES RI NOMOR 5 tahun 2016, yang ditetapkan sebesar 450 kkal⁵⁹. Sementara itu, brownies dengan pengganti tepung pisang modifikasi 80% memiliki total energi sebesar 475 kkal, sehingga telah memenuhi standar gizi makanan tambahan untuk ibu hamil. Energi berperan penting dalam mendukung berbagai proses fisiologis dalam tubuh, seperti metabolisme, sintesis protein, dan sirkulasi. Selama kehamilan, asupan energi yang cukup sangat penting untuk mendukung pertumbuhan janin, plasenta, dan jaringan tubuh ibu. Kekurangan energi, terutama pada trimester kedua dan ketiga, dapat meningkatkan risiko bayi berat lahir rendah⁶⁰. Bagi ibu hamil yang mengalami Kekurangan Energi Kronis (KEK), konsumsi dua potong brownies sebagai camilan pada pagi dan malam hari dapat membantu memenuhi kebutuhan gizi selama kehamilan. Hasil analisis menunjukkan bahwa brownies dengan substitusi 80% tepung pisang modifikasi mengandung 475 kkal, yang sesuai dengan standar SNI 2973:2011 dan PERMENKES RI NOMOR 5 tahun 2016 tentang pemenuhan kalori pada makanan tambahan untuk ibu hamil. Menurut temuan penelitian, brownies yang dibuat dengan tepung pisang dapat menjadi pilihan camilan sehat tambahan untuk ibu hamil. Hal ini terbukti dari analisis kandungan gizi, yang sesuai dengan kebutuhan ibu hamil. Serat dan pati resisten yang ditemukan dalam tepung pisang bekerja sebagai prebiotik, mendorong perkembangan bakteri menguntungkan dalam usus. Wanita hamil sering mengalami sembelit, yang dihindari dengan melakukan hal ini⁶¹. Ini membuktikan bahwa tepung pisang modifikasi dapat digunakan dalam pembuatan brownies untuk meningkatkan nilai gizi dan memenuhi kebutuhan energi untuk wanita hamil.

KESIMPULAN

Substitusi tepung pisang modifikasi pada pembuatan brownies mempengaruhi karakteristik sensori, seperti warna, aroma, tekstur, dan rasa dengan formula B4 (80% substitusi tepung pisang modifikasi) memberikan hasil terbaik. Komposisi gizi brownies terbaik dengan 80% substitusi tepung pisang modifikasi meliputi kadar air 11,77%, protein 5,69%, lemak 20,31%, serat 2,25%, abu 1,08%, dan karbohidrat 58,90%. Brownies yang dibuat dengan tepung pisang modifikasi merupakan pilihan yang tepat untuk memenuhi kebutuhan gizi harian karena kandungan gizinya yang tinggi dan kualitas sensori yang disukai panelis. Untuk

pengembangan lebih lanjut, disarankan untuk menambahkan tepung tempe atau tepung kedelai untuk meningkatkan kadar protein pada brownies. Brownies ini diharapkan dapat berperan dalam mengatasi masalah gizi, terutama pada bayi dan balita.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Lampung yang telah mendukung penelitian ini.

KONFLIK KEPENTINGAN DAN SUMBER PENDANAAN

Tidak ada konflik kepentingan dalam penulisan artikel ini. Penelitian ini merupakan penelitian yang dilakukan oleh tim dosen Politeknik Negeri Lampung lintas program studi secara independen.

KONTRIBUSI PENULIS

ZA: konseptualisasi, metodologi, analisis, dan penulisan draf asli; AV: kurasi data; penulisan, penyuntingan, tinjauan, dan penyuntingan; FW: analisis format, dan visualisasi; AF: analisis format, penulisan, tinjauan, dan penyuntingan.

REFERENSI

1. Indonesia, K.K.R. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 2014 tentang Pedoman Umum Gizi Seimbang. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2014).
2. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 51 Tahun 2016 tentang Standar Produk Suplementasi Gizi. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia 13 (2016).
3. Alfarisi, R., Nurmalasari, Y. & Nabilla, S. Status gizi ibu hamil dapat menyebabkan kejadian stunting pada balita. *J. Kebidanan Malahayati*. **5**, 271–278 (2019). <https://doi.org/10.33024/jkm.v5i3.1650>.
4. Azizah, N. & Fatmawati, D.A. Nutrisi saat kehamilan di masa pandemi Covid-19. *J. EDUNursing*. **4**, 93–102 (2020). <https://doi.org/10.32832/edunursing.v4i2.3653>.
5. Karo, E.I.B. & Febrina, O.K. Investasi gizi ibu hamil melalui pemanfaatan makanan tambahan berbasis pangan lokal berbahan dasar wortel. *J. Ris. Hesti Medan Akper Kesdam I/BB Medan*. **5**, 44–48 (2020). <https://doi.org/10.34008/jurhesti.v5i1.180>.
6. Kurnia Yustiana, N. Perbedaan panjang badan bayi baru lahir antara ibu hamil KEK dan tidak KEK. *J. Nutr. Coll.* **3**, 235–242 (2014). <https://doi.org/10.14710/jnc.v3i1.4602>.
7. Sulistiawati, F. & Septiani, B.D.S. Edukasi pedoman umum gizi seimbang bagi ibu hamil KEK di Desa Batu Kuta Kecamatan Narmada Kabupaten Lombok Barat. *J. Pengabd. Kpd. Masy.* **2**, 44–49 (2022). <https://doi.org/10.29303/jpm.v2i1.188>.
8. Zulaidah, H.S., Kandarina, I. & Hakimi, M. Pengaruh pemberian makanan tambahan pada ibu hamil terhadap berat lahir bayi. *J. Gizi Klinik Indonesia*. **11**, 61 (2014).

9. Nurina, R. Program pemberian makanan tambahan untuk peningkatan status gizi ibu hamil dan balita di kecamatan cilamaya Kulon dan Cilamaya Wetan. *J. Resolusi Konflik, CSR dan Pemberdaya*. **1**, 44–49 (2016).
<https://doi.org/10.22146/ijcn.19080>
10. Kemenkes RI. Survey Kesehatan Indonesia (SKI) 2023 dalam Angka. Kementerian Kesehatan (2023).
11. Siswanto, S. Buku Studi Diet Total: Survei Konsumsi Makanan Individu Indonesia 2014 (2014).
12. Badan Pusat Statistik. Produksi buah-buahan dan sayuran menurut jenis tanaman menurut kabupaten/kota di Provinsi Lampung (2023).
13. Badan Pusat Statistik. Impor Biji Gandum dan Meslin Menurut Negara Asal Utama, 2019–2024 (2023).
14. Rosalina, Y., Susanti, L., Silsia, D. & Setiawan, R. Karakteristik tepung pisang dari bahan baku pisang lokal Bengkulu. *J. Teknol. Manaj. Agroindustri*. **7**, 153–160 (2018).
<https://doi.org/10.34128/jtma.v7i2.76>
15. Oke, M.O. & Bolarinwa. Fermentation on physicochemical properties and oxalate content of cocoyam flour. *ISRN Agron*. **1**, 1–4 (2012).
<https://doi.org/10.5402/2012/106398>
16. Juarez-Garcia, E. et al. Composition, digestibility and application in breadmaking of banana flour. *Plant Foods Hum. Nutr*. **61**, 131–137 (2006).
<https://doi.org/10.1007/s11130-006-0020-1>
17. Bashmil, Y. et al. Physicochemical and rheological properties of green banana flour–wheat flour bread substitutions. *Plants*. **12**, 207 (2023).
<https://doi.org/10.3390/plants12010207>
18. Kongolo, M., Buvé, C., Van Loey, A. & Grauwet, T. Physicochemical properties of bread partially substituted with unripe green banana flour. *Molecules*. **26**, 2070 (2021).
<https://doi.org/10.3390/molecules26072070>
19. Huang, S., Martinez, M.M. & Bohrer, B.M. Compositional and functional attributes of commercial flours from tropical fruits. *Foods* **8**, 586 (2019).
<https://doi.org/10.3390/foods8110586>
20. Hidayat, B., Kalsum, N. & Surfiana. Optimasi proses praelatinisasi parsial pada pembuatan tepung ubi kayu modifikasi. In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Tepat Guna 5–10* (2009).
21. Khoirunnisa, T.K., Verdini, L. & Muslihudin, M. Substitution of banana flour in making banana puree nuggets. *Al Gizzai Public Health Nutr*. **3**, 52–62 (2023).
<http://dx.doi.org/10.24252/algizzai.v%vi%i.38550>
22. Pratiwi, I.Y. & Krisbianto, O. Kandungan gizi, beta karoten dan antioksidan pada tepung pisang Tongka Langit. *AgriTech*. **39**, 48–53 (2019).
<https://doi.org/10.22146/agritech.40308>
23. Widayat, N., Restu, M. & Santoso, U. Kajian karakteristik fisikokimia tepung pisang dari beberapa varietas. *J. Industri*. **4**, 117–123 (2015).
24. Mulyati, T. & Widayat, N. Kajian kandungan dan karakteristik pati pisang berbagai varietas. *J. Pangan*. **23**, 16–24 (2014).
25. Lubis, R. & Simanjuntak, D. Karakteristik fisikokimia tepung pisang sebagai alternatif bahan baku pangan. *Agriment*. **7**, 76–83 (2022).
26. Putri, S. Aktivitas indeks glikemik brownies kukus substitusi tepung ubi jalar termodifikasi. *J. Kesehatan*. **8**, 18–29 (2017).
27. Nirmagustina, D.E., Hidayat, B. & Zukryandry. Karakteristik fisik dan kandungan gizi tepung pisang lokal Lampung. *J. Teknologi Pangan*. **18**, 1–13 (2024).
28. Yuniartini, N.L.P.S. & Dwiani, A. Mutu organoleptik brownies panggang dari tepung terigu, mocaf dan kelor. *J. Agrotek Ummat*. **8**, 54–60 (2021).
<https://doi.org/10.31764/jau.v8i1.5939>
29. Florentina, E. et al. Teknik gelatinisasi tepung beras untuk menurunkan penyerapan minyak. *AgriTech*. **36**, 387–394 (2016).
<https://doi.org/10.22146/agritech.16736>
30. Afrianti, L.H. Pati termodifikasi dibutuhkan industri makanan. *Pikiran Rakyat Cyber Media*, 28–32 (2002).
31. Eliasson, A.C. *Starch in Food: Structure, Function and Applications* (Woodhead Publishing, 2004).
32. Prayitno, A.S., Tjiptaningdyah, R. & Hartati, F. Sifat kimia dan organoleptik brownies kukus. *J. Teknol. Ind. Pertanian Ind*. **10**, 21–27 (2018).
<https://doi.org/10.17969/jtipi.v10i1.10162>
33. Kemenkes RI. Tabel Komposisi Pangan Indonesia (2020).
34. Hajrah, N.A., Antonius, H. & Valentinus, B.P. Daya kembang, kadar air dan mutu sponge cake dengan enzim G-4 amilase. *J. Teknologi Pangan* **3**, 7–12 (2019).
35. Liu, R. et al. Sensory evaluation of Chinese noodles and steamed bread. *Cereal Chem*. **96**, 66–75 (2019).
<https://doi.org/10.1002/cche.10114>
36. Rahmawati, A.S. & Erina, R. Rancangan acak lengkap dengan anova dua jalur. *Opt. J. Pendidik. Fis*. **4**, 54–62 (2020).
<https://doi.org/10.31258/optik.4.1.54-62>
37. Aini, N., Wijonarko, G. & Sustriawan, B. Sifat fisik, kimia, dan fungsional tepung jagung fermentasi. *AgriTech*. **36**, 160–169 (2016).
<https://doi.org/10.22146/agritech.16716>
38. Hou, C. *Oriental Noodles*. In *Advances in Food and Nutrition Research* (2001).
[https://doi.org/10.1016/S1043-4526\(01\)43004-X](https://doi.org/10.1016/S1043-4526(01)43004-X)
39. Silfia, E. Pengaruh substitusi tepung pisang pada pembuatan brownies. *J. Teknol. Ind. Pangan*. **24**, 110–117 (2013).
40. Malissa, T.A., Ekawati, I.G.A. & Yusasrini, N.L.A. Pengaruh substitusi pisang dan kacang merah pada brownies kukus. *ITEPA*. **12**, 743–756 (2023).
<https://doi.org/10.24843/itepa.2023.v12.i03.p21>
41. Kusnandar, F. et al. Pengaruh komposisi kimia tepung terigu terhadap mutu roti manis. *J. Mutu Pangan*. **9**, 67–75 (2022).

42. Triana, R.N. et al. Karakteristik fisikokimia dan sensori mi dengan substitusi tepung kentang. *J. Mutu Pangan*. **3**, 35–44 (2016).
43. Gulia, N., Dhaka, U. & Khatkar, B.S. Instant noodles: processing and nutrition. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* **54**, 1386–1399 (2014). <https://doi.org/10.1080/10408398.2011.640757>
44. Rate, S. et al. Brownies pisang sebagai pangan fungsional. *J. Ilmu Kebidanan*. **14**, 1–8 (2024). <https://doi.org/10.54444/jik.14i1.xxx>
45. Afoakwa, E.O., Paterson, A. & Fowler, M. Factors influencing qualities in chocolate. *Trends Food Sci. Technol.* **18**, 290–298 (2007). <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2007.03.006>
46. Winarno, F.G. *Kimia Pangan dan Gizi* (Gramedia, 2018).
47. Fardiaz, S. *Mikrobiologi Pangan 1* (Gramedia, 2002).
48. Rumida et al. Effect of food ingredients on cookies for PMT. *Amerta Nutr.* **7**, 3 (2023). <https://doi.org/10.20473/amnt.v7i1.2023.1-16>.
49. Haliza, N., Sari, K. & Yuwana, P. Pengaruh substitusi pati pisang pada brownies kukus. *J. Fak. Pertanian Univet Bantara*. **3**, 55–63 (2024).
50. Arif, D.Z., Cahyadi, W. & Firdhausa, A.S. Perbandingan tepung terigu dan jewawut pada roti manis. *Pasundan Food Technol. J.* **5**, 180–189 (2018). <https://doi.org/10.22216/jurnal.unpas.ac.id/index.php/foodtechnology/article/view/1267>
51. Liaotrakoon, W. et al. Cavendish banana flour replacement effects on bread. *RMUTP Sci. J.* **15**, 1–13 (2021). <https://doi.org/10.14456/rmutpscience.2021.14>
52. Nova, M., Kusnandar, F. & Syamsir, E. Karakteristik tekstur brownies dipanggang microwave. *J. Mutu Pangan*. **2**, 87–95 (2015).
53. Widayat, N., Restu, M. & Santoso, U. Karakteristik tepung pisang beberapa varietas. *J. Industri.* **4**, 117–123 (2015). <https://doi.org/10.21776/ub.industria.2018.007.03.3>
54. Saragih, I.P. *Penentuan Kadar Air pada Brownies dan Roti Two-in-One Nenas* (Skripsi, USU, 2011).
55. Gaonkar, A.G. *Ingredient Interactions Effect on Food Quality* (Marcel Dekker, 1995).
56. Rohmah, L. Program PMT pada ibu hamil KEK. *Higeia J. Public Health Res. Dev.* **4**, 812–823 (2020). <https://doi.org/10.15294/higeia.v4iSpecial.43739>
57. Almatsier, S. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi* (Gramedia, 2015).
58. Anggraini, A. & Yunianta. Hidrolisis papain pada sari edamame. *J. Pangan Agroindustri*. **3**, 1015–1025 (2015).
59. Yuniartini, N.L.P.S. & Dwiani, A. Mutu brownies panggang dari terigu–mocaf–kelor. *J. Agrotek Ummat.* **8**, 54–60 (2021). <https://doi.org/10.31764/jau.v8i1.5939>
60. Sandra, C. Penyebab KEK pada ibu hamil risiko tinggi. *J. Adm. Kesehatan. Indonesia.* **6**, 136 (2018). <https://doi.org/10.20473/jaki.v6i2.2018.136-144>
61. Li, P. et al. Green banana flour contributes to gut microbiota recovery. *Front. Nutr.* **9**, 832848 (2022). <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.832848>