

Pengaruh Substitusi Tepung Tempe Edamame (*Glycine max* (L.) Merrill) Terhadap Kadar Abu dan Gula Reduksi Crackers

The Effect of Edamame (Glycine max (L.) Merrill) Tempeh Flour Substitution on The Ash and Reducing Sugar Content of Crackers

Sinta Rahmawati^{1*}, Aan Sofyan²

^{1,2}Program Studi Ilmu Gizi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surakarta

*Email Koresponden: desinta63rahmawati@gmail.com

Received : 1 April 2026 | Accepted : 7 April 2026 | Published : 13 April 2025

Kata Kunci

abu, *crackers*, gula reduksi, substitusi, tepung tempe edamame

ABSTRAK

Edamame termasuk salah satu sumber protein nabati berkualitas yang memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi bahan pangan fungsional berbasis pangan lokal. Biji edamame dapat diolah menjadi tempe dan diproses menjadi tepung. *Crackers* merupakan produk pangan olahan yang dapat dibuat dengan mengaplikasikan tepung tempe edamame. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh substitusi tepung tempe edamame terhadap kadar abu dan gula reduksi pada produk *crackers*. Penelitian menggunakan metode eksperimental dengan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari tiga kelompok perlakuan dan dua kali ulangan, yaitu Perlakuan A (100% tepung terigu, 0% tepung tempe edamame), Perlakuan B (95% tepung terigu, 5% tepung tempe edamame), Perlakuan C (85% tepung terigu, 15% tepung tempe edamame). Kadar abu dianalisis menggunakan metode Gravimetri, dan analisis kadar gula reduksi dengan metode *Nelson-Somogyi*. *Crackers* dengan substitusi tepung tempe edamame memiliki kadar abu pada masing-masing perlakuan yaitu 2,08%; 2,28%; dan 2,34%. Kadar gula reduksi pada masing-masing perlakuan yaitu 2,11%; 1,41%, dan 1,38%. *Crackers* dengan substitusi 15% tepung tempe edamame memiliki kadar abu tertinggi sebesar 2,34% dan kadar gula reduksi terendah sebesar 1,38%. Kesimpulan dari penelitian ini yaitu variasi tingkat substitusi tepung tempe edamame memengaruhi kadar abu dan gula reduksi pada *crackers*.

Copyright (c) 2026
Authors Sinta
Rahmawati, Aan Sofyan



This work is licensed
under a [Creative
Commons Attribution-
ShareAlike 4.0
International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Keywords

ash, crackers, reducing sugar, substitution, edamame tempeh flour

ABSTRACT

Edamame is a high-quality plant-based protein source with potential for development as a functional food ingredient. Edamame beans can be processed into tempeh and processed into flour. Crackers are food products that can be made using edamame tempeh flour. This study was conducted to determine the effect of edamame tempeh flour substitution on ash content and reducing sugar levels in crackers. The study used an experimental method with a Completely Randomized Design (CRD) consisting of three treatment groups with two replications: Treatment A (100% wheat flour, 0% edamame tempeh flour), Treatment B (95% wheat flour, 5% edamame tempeh flour), Treatment C (85% wheat flour, 15% edamame tempeh flour). Ash content was analyzed using Gravimetric method, while reducing sugar content was analyzed using Nelson-Somogyi method. Crackers with edamame tempeh flour substitution had ash contents of 2.08%, 2.28%, and 2.34%. Reducing sugar contents was 2.11%, 1.41%, and 1.38%. Crackers with 15% edamame tempeh flour substitution had highest ash content of 2.34% and lowest reducing sugar content of 1.38%. This study concludes that variations in edamame tempeh flour substitution affect ash content and reducing sugar levels in crackers.

1. PENDAHULUAN

Edamame atau kedelai sayur termasuk komoditas dengan permintaan yang cukup tinggi dan nilai jual yang lebih tinggi dipasaran. Harga edamame segar dipasaran relatif lebih mahal jika dibandingkan dengan kedelai biasa. Perbedaan harga ini sebanding dengan keunggulan zat gizi yang dimiliki edamame. Edamame per 100 g diketahui mengandung 11,9 g protein dengan lemak total 5,2 g, karbohidrat 8,91 g, serat 5,2 g, dan gula total 2,18 g (USDA, 2019). Pada tahun 2019, Indonesia mengekspor 6.790,7 ton edamame yang telah terjamin kesehatan dan keamanannya melalui *Phytosanitary Certificate* (PC), sehingga komoditas ini mampu memasuki pasar internasional (Dinas Ketahanan Pangan dan Perikanan, 2020). Salah satu produk yang dapat dikembangkan dari edamame yaitu tempe.

Tempe merupakan produk pangan fungsional terjangkau yang terbuat dari kedelai dan sumber protein nabati yang populer di masyarakat. Kandungan zat gizi pada tempe dinilai lebih baik akibat melibatkan proses fermentasi dengan jamur *Rhizopus oligosporus*, sehingga dapat meningkatkan dan mempertahankan nilai gizinya (Pinasti *et al.*, 2020). Tempe kedelai mentah per 100 g memiliki 201 kalori, protein 20,8 g, lemak 8,8 g, karbohidrat 13,5 g, dan 1,4 g serat (TKPI, 2020). Beberapa senyawa aktif yang bersifat sebagai antioksidan terkandung dalam tempe. Senyawa-senyawa tersebut berupa asam lemak tak jenuh (asam oleat, asam linoleat, dan asam alfa-linolenat), vitamin larut lemak (vit.E dan provitamin A), serta senyawa isoflavone (daidzein, glycitein, dan genistein) (Kurniawan *et al.*, 2019; Yu *et al.*, 2021). Selain itu, tempe menjadi salah satu

pangan fungsional yang berkaitan dengan antidislipidemia, dikarenakan kandungan gizinya dapat mendukung perbaikan dislipidemia (Nurkistin *et al.*, 2022).

Pada umumnya, tempe terbuat dari kedelai kuning (*Glycine max L.*) yang menyebabkan permintaan bahan tersebut cukup tinggi dipasaran. Pembuatan tempe dari edamame menjadi salah satu alternatif ketika terjadi kekurangan bahan baku. Edamame memiliki beberapa keunggulan seperti biji yang lebih besar, tekstur lebih lembut, rasa lebih enak dan cenderung lebih manis. Edamame mengandung lebih sedikit zat pati, sehingga menghasilkan tempe dengan rasa yang lebih enak dibandingkan tempe biasa (Putri, 2024). Edamame yang difermentasi menjadi tempe menjadi upaya dalam meningkatkan kadungan nutrisi dan daya cerna. Proses fermentasi dengan *Rhizopus oligosporus* juga menurunkan kandungan antinutrisi dalam kacang dan mengubahnya menjadi bentuk yang lebih sederhana, seperti asam amino, asam lemak, dan aglikon isoflavon, sehingga meningkatkan bioavailabilitas dan penyerapan nutrisi oleh tubuh (Nurkistin *et al.*, 2022). Namun, tempe mempunyai daya simpan yang singkat sehingga pembuatan tepung tempe dapat menjadi alternatif untuk memperpanjang masa simpan. Tepung tempe relatif lebih praktis dan mudah diolah menjadi produk lain tanpa menghilangkan cita rasanya (Yuspitasari *et al.*, 2023). Salah satu cara mengembangkan produk dengan menggunakan edamame sebagai bahan utama yaitu *crackers*.

Crackers didefinisikan sebagai produk roti yang kering, tipis, dan renyah. *Crackers* banyak dikonsumsi sebagai makanan ringan, sehingga berpotensi untuk dilakukan pengembangan produk dengan penambahan bahan pangan fungsional (Batista *et al.*, 2019). Pada umumnya, tepung terigu adalah bahan utama dalam pembuatan *crackers*, sehingga menjadikannya makanan tinggi karbohidrat (Seftiono *et al.*, 2019). Sebagian produk *crackers* yang terdapat dipasaran diketahui mengandung protein yang tergolong rendah, bahkan hanya mampu memenuhi sekitar 5-8% dari AKG protein per takaran saji (Ernisti *et al.*, 2018). Data terkait dengan penggunaan tepung terigu di Indonesia, menunjukkan bahwa konsumsi rumah tangga pada tahun 2018 adalah 0,226 kg/kapita/tahun, yang kemudian mencapai 2,71 kg/kapita/tahun pada tahun 2022 (BPS, 2023). Dengan melihat tren konsumsi tersebut, penggunaan tepung terigu sebagai bahan dalam pembuatan *crackers* dapat disubstitusi dengan tepung tempe edamame. Tempe edamame memiliki kandungan protein sebesar 7,47 g per 100 g (Kurniawan *et al.*, 2019), sehingga substitusi tepung tempe edamame diharapkan dapat meningkatkan nilai gizi *crackers* dan meminimalkan penggunaan tepung terigu. *Crackers* dipilih sebagai produk yang dikembangkan karena tidak memerlukan gluten yang kuat, sehingga lebih toleran terhadap substitusi tepung non-terigu.

Mutu *crackers* dapat dipengaruhi oleh sejumlah faktor meliputi pemilihan bahan baku, tahapan pengolahan, hingga sifat fisik, kimia, dan sensoris dari produk yang dihasilkan. Salah satu indikator yang digunakan untuk menggambarkan kandungan mineral suatu produk makanan adalah kadar abu (Siregar *et al.*, 2023). Kadar abu digunakan untuk mengetahui kandungan mineral anorganik dalam produk pangan, yang dapat ditentukan dengan menganalisis abu yang tersisa setelah bahan melalui proses pembakaran. Oleh karena itu, semakin tinggi kadar abu dalam produk *crackers* maka semakin tinggi juga kandungan mineral di dalamnya (Seftiono *et al.*, 2019). Berdasarkan penelitian Kurniawan *et al.*, (2020), bahwa semakin banyak jumlah tepung edamame yang ditambahkan dalam produk snack bar maka kadar abu didalamnya juga cenderung meningkat. Kadar abu dipilih sebagai parameter karena tempe edamame sebagai produk

hasil fermentasi diketahui cenderung memiliki kadar abu yang lebih tinggi (Adebo *et al.*, 2022). Analisis kadar abu dapat menunjukkan pengaruh substitusi tepung tempe edamame terhadap peningkatan kandungan mineral dalam *crackers*.

Adapun gula reduksi merupakan sekelompok gula yang dapat bertindak sebagai agen pereduksi, karena terdapat gugus aldehida atau keton bebas dalam strukturnya. Contohnya yaitu glukosa, fruktosa, dan galaktosa. Gula pereduksi dapat berperan dalam proses pencoklatan, baik melalui reaksi Maillard maupun karamelisasi yang membentuk senyawa pigmen melanoidin (Wilberta *et al.*, 2020). Selain itu, suhu juga dapat memengaruhi kadar gula reduksi, dikarenakan adanya perubahan pati menjadi gula reduksi akibat suhu tinggi (Sutrisno *et al.*, 2018). Kadar gula reduksi dipilih sebagai parameter karena proses fermentasi pada tempe menurunkan kadar gula sederhana yang digunakan untuk metabolisme mikroba (Górska *et al.*, 2025), sehingga substitusi tepung tempe edamame diharapkan dapat menurunkan kadar gula reduksi *crackers* yang berimplikasi pada indeks glikemik yang lebih rendah (Hairani *et al.*, 2018).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penggunaan tepung tempe edamame dapat dijadikan sebagai bahan alternatif pengganti sebagian tepung terigu dengan penambahan bahan pangan lokal. Namun, masih jarang dilakukan penelitian terkait substitusi tepung tempe edamame dalam produk *crackers*. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh substitusi tepung tempe edamame pada *crackers*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisis pengaruh substitusi tepung tempe edamame terhadap kadar abu dan gula reduksi *crackers*.

2. METODE

2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam pembuatan tempe edamame, tepung tempe, dan *crackers* yaitu baskom, panci, gelas ukur, timbangan digital, plastik pembungkus, stopwatch, kompor, thermometer ruangan, thermometer makanan, sealer plastik, pisau, talenan, dandang pengukus, *cabinet dryer* (Wirastar FDH-30), *grinder*, ayakan 60 *mesh*, sieve maker, pasta maker, rolling pin, oven (Cosmos). Dalam penentuan kadar abu, peralatan yang diperlukan yaitu *crucible*/cawan porselen, tanur atau *muffle furnace*, neraca analitik, dan desikator. Sementara itu, pengujian kadar gula reduksi dilakukan dengan bantuan peralatan berupa tabung reaksi, pipet ukur, pipet tetes, erlenmeyer, labu ukur 100 mL, beaker glass, *waterbath*, vortex, serta spektrofotometer UV-Visible.

2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan tempe edamame, tepung tempe, dan *crackers* yaitu edamame segar, ragi tempe (Raprima), aquades, tepung terigu (Kunci Biru), tepung tempe edamame, margarin, gula, baking powder, ragi instan (Fermipan), garam, dan air mineral. Untuk pengujian kadar abu, bahan yang digunakan adalah sampel *crackers* dengan persentase substitusi tepung tempe edamame (*Glycine max* (L.) Merrill) 0%, 5%, dan 15%. Sementara itu, bahan-bahan yang diperlukan dalam pengujian kadar gula reduksi terdiri dari sampel *crackers* dengan persentase substitusi tepung tempe edamame (*Glycine max* (L.) Merrill) 0%, 5%, dan 15%, larutan standar glukosa, air suling atau aquades, reagensia Nelson, reagensia Arsenomolibdat, larutan sampel bebas Pb, serta sampel hasil pengenceran.

2.3 Rancangan Penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian eksperimental dengan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan substitusi tepung tempe edamame pada penelitian ini yaitu 0%, 5%, dan 15% dengan dua kali pengulangan, serta sebelumnya telah dilakukan penelitian pendahuluan untuk menentukan variasi perlakuan substitusi. Penelitian ini dilaksanakan selama periode Maret-Juli 2025, di Laboratorium Ilmu Pangan, FIK UMS. Sampel dikirim ke Laboratorium Saraswanti Indo Genetech Semarang untuk dilakukan uji kadar abu dengan metode Gravimetri SNI 01-2891-1992. Uji kadar gula reduksi dilakukan di Laboratorium Uji Departemen Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, FTP UGM dengan metode *Nelson-Somogyi*. Penelitian dilakukan melalui beberapa tahap, meliputi pembuatan tempe edamame, pembuatan tepung tempe edamame, pembuatan *crackers*, analisis kadar abu, analisis kadar gula reduksi, serta analisis statistik.

2.4 Pembuatan Tempe Edamame

Tempe edamame dibuat melalui beberapa langkah. Pertama, kulit edamame dikupas dan timbang biji edamame seberat 1 kg. Mencuci dan merebus edamame dalam 4 liter aquades selama 30 menit. Edamame yang sudah direbus kemudian direndam dengan air rebusan tersebut selama 12 jam. Setelah direndam, edamame dicuci 8 kali untuk menghilangkan kulit ari. Merebus kembali edamame dalam 3 liter aquades selama 20 menit, lalu tiriskan edamame hingga kering pada suhu 29°C. Tahap selanjutnya adalah menambahkan 2 g ragi tempe pada edamame dan campurkan hingga rata. Menyiapkan plastik yang telah dilubangi, lalu masukkan edamame seberat 50 g ke dalamnya dan merekatkan plastik dengan alat pres/sealer. Terakhir, edamame yang telah dikemas dapat disimpan pada suhu $\pm 24^{\circ}\text{C}$ selama 2 hari atau 48 jam agar proses fermentasi dapat berlangsung dan menghasilkan tempe.

2.5 Pembuatan Tepung Tempe Edamame

Tepung tempe edamame dibuat melalui beberapa langkah. Pertama, iris tipis tempe edamame dengan ketebalan 0,3 cm. Mengukus irisan tempe menggunakan dandang pengukus pada suhu 90°C selama 10 menit. Selanjutnya, mengeringkan tempe selama 6 jam menggunakan cabinet dryer dengan suhu 60°C. Menghaluskan tempe yang telah kering menggunakan grinder hingga menjadi tepung. Tepung tempe tersebut kemudian diayak menggunakan ayakan berukuran 60 mesh. Terakhir, tepung tempe edamame ditimbang dan disimpan di dalam refrigerator agar terjaga kualitasnya, sehingga siap untuk digunakan.

2.6 Pembuatan *Crackers*

Tahapan pembuatan *crackers* dilakukan melalui beberapa langkah. Pertama, semua bahan dicampurkan yaitu tepung terigu, tepung tempe edamame (sesuai perlakuan 0%, 5%, dan 15%), gula, garam, ragi, baking powder, margarin, dan air sesuai dengan takaran yang dibutuhkan. Lalu aduk semua bahan dan uleni adonan hingga kalis dan kohesif. Selanjutnya, diamkan adonan dalam wadah yang telah ditutup dengan plastik wrap selama 30 menit untuk proses proofing. Setelah itu, adonan dipipihkan menggunakan pasta maker atau rolling pin dengan ketebalan 2 mm. Adonan dipotong membentuk persegi dengan ukuran 4 cm, kemudian permukaan adonan ditusuk menggunakan garpu.

Terakhir, panggang adonan dalam oven pada suhu 180°C selama 18 menit, kemudian angkat *crackers* setelah matang.

Tabel 1. Formulasi *crackers* substitusi tepung tempe edamame

Komposisi	Perlakuan A	Perlakuan B	Perlakuan C
Tepung terigu (g)	100	95	85
Tepung tempe edamame (g)	0	5	15
Gula (g)	2	2	2
Garam (g)	1	1	1
Air (ml)	44	44	44
Ragi (g)	1	1	1
Baking powder (g)	1	1	1
Margarin (g)	10	10	10

2.7 Analisis Kadar Abu

Pengujian kadar abu dilakukan dalam beberapa langkah. Pertama, sampel yang akan diuji ditimbang seberat 2-6 g. Memasukkan sampel ke dalam cawan porselen yang telah diketahui bobotnya. Membakar sampel hingga tidak ada lagi asap yang dihasilkan. Cawan kemudian dipindahkan ke dalam tanur/muffle furnace pada suhu 550°C selama 4 jam hingga proses pengabuan selesai. Pindahkan cawan ke dalam desikator untuk didinginkan pendinginan secara perlahan. Terakhir, timbang kembali cawan hingga diperoleh bobot tetap. Kemudian dihitung kadar abu dengan rumus (1)

$$Kadar\ abu = \frac{(C - A)}{B} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

A = Bobot cawan kosong (g)

B = Bobot porsi uji (g)

C = Bobot tetap cawan + porsi uji setelah pemijaran (g)

2.8 Analisis Kadar Gula Reduksi

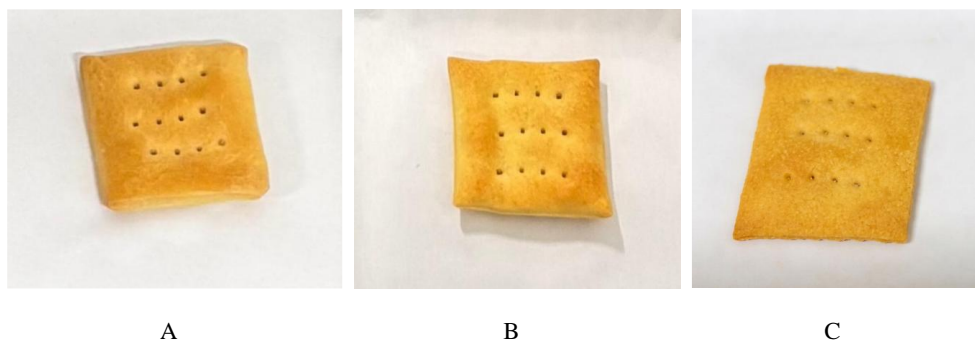
Pengujian kadar gula reduksi dibagi menjadi dua bagian utama yang meliputi pengembangan kurva standar dan penentuan gula pereduksi dalam sampel. Dalam penentuan kurva standar, pertama-tama disiapkan larutan glukosa 10 mg per 100 ml yang menjadi standar. Larutan kemudian diencerkan menjadi 6 konsentrasi berbeda (2, 4, 6, 8 dan 10 mg) per 100 ml dan 1 ml air di setiap enam tabung reaksi. 1 tabung tambahan berisi 1 ml air suling untuk bertindak sebagai referensi (blank). Kemudian, 1 ml reagen Nelson ditambahkan ke setiap tabung dan semua tabung direbus selama 20 menit dalam penangas air mendidih. Kemudian, dinginkan setiap tabung hingga suhu ruang (sekitar 25°C). Memasukkan 1 ml reagen Arsenomolibdat ke dalam tabung dan diaduk hingga endapan tembaga (II) oksida larut. Setelah itu, 7 ml air suling diukur dan diaduk. Absorbansi larutan kemudian diukur pada panjang gelombang 540 nm, lalu membuat kurva standar dari hasil pengukuran tersebut. Dalam penentuan gula pereduksi sampel, 1 ml larutan sampel bebas timbal diencerkan dalam labu ukur 100 ml. Berdasarkan pengenceran tersebut, 1 ml sampel diambil dan diuji melalui metode *Nelson-Somogyi*.

2.9 Analisis Statistik

Data hasil analisis kadar abu dan kadar gula reduksi dianalisis secara statistik menggunakan uji ANOVA dengan taraf kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$). Apabila terdapat perbedaan nyata antar perlakuan, maka analisis dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT), untuk mengetahui perbedaan masing-masing perlakuan substitusi tepung tempe edamame terhadap kadar abu dan kadar gula reduksi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Produk *crackers* hasil penelitian dengan variasi substitusi tepung tempe edamame dapat dilihat pada Gambar 1. *Crackers* dibuat dengan tiga tingkat substitusi yang berbeda, yaitu 0% (Gambar 1A), 5% (Gambar 1B), dan 15% (Gambar 1C) tepung tempe edamame.



Gambar 1. Produk *crackers* dengan substitusi tepung tempe edamame: (A) 0%, (B) 5%, (C) 15%

3.1 Kadar Abu

Hasil analisis kadar abu pada *crackers* dengan substitusi tepung tempe edamame menunjukkan kisaran antara 2,28% - 2,34%. Adapun rata-rata kadar abu pada *crackers* disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata kadar abu pada *crackers*

Variasi Perlakuan	Kadar Abu (%)
Perlakuan A	2,08±0,03 ^a
Perlakuan B	2,28±0,04 ^b
Perlakuan C	2,34±0,03 ^b
Nilai p-value	0,000

Keterangan: huruf superskrip yang sama pada kolom menunjukkan tidak ada perbedaan nyata pada uji Duncan Multiple range Test (DMRT).
Nilai *p* = hasil uji Anova

Berdasarkan Tabel 2, hasil uji Anova pada parameter kadar abu menunjukkan nilai $p = 0,000$ ($p < 0,05$), menunjukkan bahwa terdapat pengaruh nyata perlakuan substitusi tepung tempe edamame terhadap kadar abu *crackers*. Hasil analisis DMRT menunjukkan pada perlakuan A berbeda nyata dengan perlakuan B dan perlakuan C, tetapi pada perlakuan B dan C tidak berbeda nyata. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diketahui bahwa ada peningkatan kadar abu *crackers* seiring dengan

peningkatan persentase substitusi tepung tempe edamame. *Crackers* pada perlakuan C memiliki kadar abu tertinggi yaitu sebesar 2,34%, diikuti oleh perlakuan B sebesar 2,28%. Sedangkan perlakuan A memiliki kadar abu terendah yaitu sebesar 2,08%. Hasil ini sejalan dengan penelitian Mawarno & Putri (2022), bahwa kadar abu yang lebih tinggi diperoleh pada produk snack bar substitusi tepung tempe, dibandingkan snack bar yang disubstitusi tepung kedelai.

Kadar abu pada suatu bahan pangan berkaitan dengan kandungan mineral di dalamnya. Selain itu, sebagai indikator untuk menunjukkan kandungan mineral organik dalam bahan pangan tersebut. Kandungan mineral pada bahan baku berperan dalam menentukan kadar abu produk pangan (Depiyana *et al.*, 2024). Penelitian Azizah & Kurniawati (2023), menunjukkan bahwa kadar abu flakes cenderung lebih tinggi ditemukan pada produk yang ditambahkan lebih banyak tepung edamame. Kandungan abu dalam edamame sebesar 1,98% (Ramanda *et al.*, 2025). Kadar abu pada tepung edamame yaitu 5,86%, sedangkan dalam tepung terigu sebesar 0,5% (Kurniawan *et al.*, 2020).

Pada penelitian ini, kadar abu *crackers* memenuhi standar SNI 01 2973:2011 dengan maksimal 3,5%. *Crackers* dengan substitusi tepung tempe edamame 15% memiliki kadar abu tertinggi sebesar 2,34%. Hasil ini mengindikasikan bahwa peningkatan substitusi tepung tempe edamame berbanding lurus dengan peningkatan kadar abu pada *crackers*. Pada produk fermentasi cenderung memiliki kadar abu yang lebih tinggi, dikarenakan pada saat proses fermentasi berlangsung dapat meningkatkan ketersediaan mineral (Adebo *et al.*, 2022).

3.2 Kadar Gula Reduksi

Hasil analisis kadar gula reduksi pada *crackers* dengan substitusi tepung tempe edamame menunjukkan kisaran antara 1,38% - 1,41%. Adapun rata-rata kadar gula reduksi pada *crackers* disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata kadar gula reduksi pada *crackers*

Variasi Perlakuan	Kadar Gula Reduksi (%)
Perlakuan A	2,11±0,18 ^a
Perlakuan B	1,41±0,81 ^b
Perlakuan C	1,38±0,13 ^b
Nilai p-value	0,000

Keterangan: huruf superskrip yang sama pada kolom menunjukkan tidak ada perbedaan nyata pada uji Duncan Multiple range Test (DMRT).

Nilai p = hasil uji Anova

Berdasarkan Tabel 3, hasil uji Anova pada parameter kadar gula reduksi menunjukkan nilai p = 0,000 (p<0,05), hal ini berarti bahwa ada pengaruh nyata perlakuan substitusi tepung tempe edamame terhadap kadar gula reduksi *crackers*. Hasil analisis DMRT menunjukkan pada perlakuan A berbeda nyata dengan perlakuan B dan perlakuan C, tetapi pada perlakuan B dan C tidak berbeda nyata. Menurut penelitian Hairani *et al.*, (2018), terhadap produk sosis analog tempe menunjukkan bahwa produk sosis tanpa penambahan tepung ubi jalar ungu menghasilkan kadar gula reduksi paling rendah yaitu sebesar 0,64%. Sedangkan kadar paling tinggi sebesar 1,13% diperoleh pada

produk sosis dengan penambahan tepung ubi jalar ungu 25%. Hal tersebut menunjukkan bahwa seiring dengan berkurangnya penambahan tepung ubi jalar ungu pada sosis analog tempe, maka kadar gula reduksi juga cenderung menurun. Sejalan dengan hal tersebut, hasil penelitian yang telah dilakukan juga menunjukkan adanya pola penurunan kadar gula reduksi pada *crackers* seiring dengan peningkatan persentase substitusi tepung tempe edamame. Kadar gula reduksi tertinggi diperoleh pada perlakuan A yaitu sebesar 2,11%, yang diikuti oleh perlakuan B sebesar 1,41%. Sedangkan kadar terendah diperoleh pada perlakuan C yaitu sebesar 1,38%. *Crackers* dengan substitusi tepung tempe edamame 15% merupakan *crackers* yang memiliki kadar gula reduksi terendah yaitu sebesar 1,38%. Hal ini mengindikasikan bahwa peningkatan substitusi tepung tempe edamame berbanding terbalik dengan kadar gula reduksi dalam *crackers*.

Kadar gula reduksi dapat dipengaruhi oleh variasi substitusi tepung dan penambahan bahan pangan (Purnomo & Kurnia, 2024). Menurut hasil penelitian Az-zahra *et al.*, (2025), perbedaan proporsi bahan yang digunakan dalam produk snack bar memengaruhi kadar gula reduksi produk. Snack bar yang menggunakan 85 g tempe dan 65 g kacang merah memiliki kadar gula reduksi terendah sebesar 21,78%. Sedangkan kadar gula reduksi yang cenderung lebih tinggi sebesar 23,64%, diperoleh pada snack bar dengan proporsi 65 g tempe dan 85 g kacang merah. Hasil ini menunjukkan bahwa perbedaan proporsi bahan dapat memengaruhi kadar gula reduksi. Semakin banyak komposisi tempe yang digunakan maka kadar gula reduksi pada snack bar cenderung menurun. Proporsi tempe yang lebih besar dibandingkan kacang merah dapat menyebabkan ketersediaan pati sebagai substrat pembentuk gula reduksi menjadi lebih rendah, sehingga kadar gula reduksi yang dihasilkan juga menurun.

Tempe merupakan produk pangan yang melalui proses fermentasi menggunakan *Rhizopus oligosporus*. Selama proses fermentasi berlangsung, kadar gula reduksi dalam tempe cenderung mengalami penurunan. Hal tersebut terjadi karena gula sederhana yang dihasilkan dari pemecahan karbohidrat atau pati dengan enzim amilase akan digunakan untuk metabolisme mikroba (Górska *et al.*, 2025). Kandungan gula reduksi yang rendah dalam suatu produk pangan pada umumnya cenderung menghasilkan cita rasa yang kurang manis atau dapat mengindikasikan bahwa produk tersebut memiliki indeks glikemik yang tergolong rendah (Hairani *et al.*, 2018). Edamame diketahui mengandung lebih sedikit pati (Saktiono *et al.*, 2023), sehingga dapat memengaruhi penurunan kandungan gula reduksi di dalamnya meskipun rasanya sedikit manis. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang telah dilakukan, bahwa substitusi tepung tempe edamame dapat berkontribusi dalam penurunan kadar gula reduksi pada *crackers*.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa substitusi tepung tempe edamame berpengaruh terhadap kadar abu dan kadar gula reduksi pada *crackers*. Kadar abu tertinggi pada *crackers* substitusi tepung tempe edamame yaitu sebesar 2,34% terdapat pada perlakuan 15% substitusi tepung tempe edamame. Sedangkan kadar gula reduksi tertinggi pada *crackers* substitusi tepung tempe edamame yaitu sebesar 2,11% terdapat pada perlakuan 0% substitusi tepung tempe edamame. Temuan ini mengindikasikan bahwa peningkatan persentase substitusi tepung tempe edamame berbanding lurus dengan kadar abu *crackers*. Namun, peningkatan persentase substitusi tepung tempe edamame berbanding terbalik dengan kadar gula reduksi *crackers*.

Penelitian selanjutnya perlu dilakukan uji kandungan gizi pada tempe edamame atau tepung tempe edamame, perlu dilakukan uji organoleptik dan uji kadar lain seperti kadar air, protein, lemak, atau serat kasar pada *crackers*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adebo, J. A., Njobeh, P. B., Gbashi, S., Oyedeji, A. B., Ogundele, O. M., Oyeyinka, S. A., & Adebo, O. A. (2022). Fermentation of Cereals and Legumes: Impact on Nutritional Constituents and Nutrient Bioavailability. *Fermentation*, 8(63), 1–57. <https://doi.org/10.3390/fermentation8020063>
- Az-zahra, R. F., Kurnia, P., & Mustikaningrum, F. (2025). Kadar Gula Reduksi dan Daya Terima pada Snack Bar Tinggi Energi Berbahan Dasar Tempe dan Kacang Merah untuk Atlet. *INSOLOGI: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 4(4), 945–955. <https://doi.org/10.55123/insologi.v4i4.6131>
- Azizah, H. N., & Kurniawati, E. (2023). Pengaruh Konsentrasi Tepung Labu Kuning dan Tepung Edamame terhadap Sifat Kimia dan Sensoris Flakes (Effect of Concentration of Pumpkin Flour and Edamame Flour on Chemical and Sensory Properties of Flakes). *JOFE : Journal of Food Engineering*, 2(3), 116–123. <https://doi.org/10.25047/jofe.v2i3.3561>
- Batista, A. P., Niccolai, A., Bursic, I., Sousa, I., Raymundo, A., Rodolfi, L., Biondi, N., & Tredici, M. R. (2019). Microalgae as Functional Ingredients in Savory Food Products : Application to Wheat Crackers. *Foods*, 8(611), 1–22. <https://doi.org/10.3390/foods8120611>
- BPS. (2023). *Distribusi Perdagangan Komoditas Tepung Terigu Indonesia*. Jakarta: Badan Pusat Statistik. Vol. 2, 2023.
- BSN. (2011). SNI 2973-2011. *Syarat Mutu Biskuit*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Depiyana, T., Kusumawati, D., & Ma, B. (2024). Tepung Ubi Jalar Ungu Dan Tepung Tempe Sebagai Alternatif PMT Balita Gizi Kurang (Analysis of nutritional content and organoleptic of crackers substitution of purple sweet potato flour and tempeh flour as alternative supple). *Jurnal Teknologi Pangan Dan Gizi*, 23(1), 8–17. <https://doi.org/10.33508/jtpg.v23i1.5293>
- Dinas Ketahanan Pangan dan Perikanan. (2020). Edamame Asal Indonesia Mampu Kuasai Pasar Ekspor 13 Negara. Pemerintah Kabupaten Buleleng. Diakses pada 01 Agustus 2025, dari <https://dkpp.bulelengkab.go.id/informasi/detail/artikel/edamame-asal-indonesia-mampu-kuasai-pasar-ekspor-13-negara-17>
- Ernisti, W., Riyadi, S., Fitra, D., & Jaya, M. (2018). Karakteristik Biskuit (Crackers) Yang Difortifikasi Dengan Konsentrasi Penambahan Tepung Ikan Patin Siam (*Pangasius hypophthalmus*) Berbeda. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perikanan Dan Budidaya Perairan*, 13(2). <https://doi.org/10.31851/jipbp.v13i2.2855>
- Górska, K., Pejcz, E., & Harasym, J. (2025). Tempeh and Fermentation — Innovative Substrates in a Classical Microbial Tempeh and Fermentation — Innovative Substrates in a Classical Microbial Process. *Appl. Sci*, 15(August), 1–24. <https://doi.org/10.3390/app15168888>
- Hairani, M., Saloko, S., & Handito, D. (2018). [Antioxidant Activity Test of Tempeh Analog Sausage by Addition of Purple Sweet Potato Flour on the Decreasing of Blood Glucose Level in Diabetic Mice]. *Pro Food (Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan)*, 4(2), 383–390. <https://doi.org/10.29303/profood.v4i2.88>
- Kurniawan, L. K., Ishartani, D., & Siswanti, S. (2020). Karakteristik Kimia, Fisik Dan Tingkat Kesukaan Panelis Pada Snack Bar Tepung Edamame (*Glycine Max (L.) Merr.*) Dan Tepung Kacang Hijau (*Vigna Radiata*) Dengan Penambahan Flakes Talas (*Colocasia Esculenta*). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 13(1), 20. <https://doi.org/10.20961/Jthp.V13i1.36096>

- Kurniawan, N. D., Setiani, B. E., & Dwiloka, B. (2019). Kadar Lemak, Kadar Air, Kadar Protein, Dan Antioksidan Tempe Edamame (*Glycine Max (L) Merrill*) Dengan Jenis Pengemas Yang Berbeda. *Jurnal Teknologi Pangan*, 3(2), 1–4. <https://doi.org/10.20961/jthp.v13i1.36096>
- Mawarno, B. A. S., & Putri, A. S. (2022). Karakteristik Fisikokimia dan Sensoris Snack Bar Tinggi Protein Bebas Gluten dengan Variasi Tepung Beras, Tepung Kedelai dan Tepung Tempe. *AgriHealth: Journal of Agri-Food, Nutrition and Public Health*, 3(1), 47. <https://doi.org/10.20961/agrihealth.v3i1.60632>
- Nurkistin, D., Tamtomo, D. G., & Wiboworini, B. (2022). Hypolipidemic Effects Of Modified Edamame Tempeh Flour On Lipid Profile Levels In Dyslipidemia Rats. *Amerta Nutrition*, 6(4), 422–431. <https://doi.org/10.20473/Amnt.V7i4.2022.422-431>
- Pinasti, L., Nugraheni, Z., & Wiboworini, B. (2020). Potensi Tempe Sebagai Pangan Fungsional Dalam Meningkatkan Kadar Hemoglobin Remaja Penderita Anemia. *Action: Aceh Nutrition Journal*, 5(1), 19. <https://doi.org/10.30867/Action.V5i1.192>
- Purnomo, D. M., & Kurnia, P. (2024). Kadar Gula Reduksi dan Serat Kasar pada Pembuatan Cookies Cokelat Bebas Gluten Berbahan Dasar Tepung Mocaf dengan Substitusi Tepung Ganyong dan Tepung Sorgum. *Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 6(6), 2720-2726. <https://doi.org/https://jurnal.ranahresearch.com/index.php/R2J>
- Putri, H. R. (2024). Pembuatan Tempe Edamame Sebagai Media Untuk Mengimplementasikan Biotechnopreneurship Pada Mahasiswa Pendidikan Biologi Unipar Jember. *BIO-CONS: Jurnal Biologi Dan Konservasi*, 6(1), 153–162. <https://doi.org/10.31537/biocons.v6i1.1755>
- Ramanda, M. R., Jaelani, A., Fitria, A. N., & Talitha, Z. A. (2025). Pengaruh Konsentrasi Edamame Sebagai Emulsifier Terhadap Sifat Fisikokimia Cookies Bebas Telur [The Effect of Edamame Concentration as Emulsifiers on the Physicochemical Properties of Egg-Free Cookies]. *Journal of Food and Agricultural Product*, 5(2), 286–300. <https://doi.org/10.32585/jfap.v5i2.7081>
- Saktiono, S. S., Kusumaningrum, S. B. C., Susilaningrum, D. F., Widiyastuti, P. A., Lestari, W., Arifa, S. U., Oktaviani, D. A., & Oktaviani, R. P. I. R. (2023). Analisis Vitamin C, Sifat Fisik, Dan Sifat Organoleptik Tempe Berbahan Dasar Kedelai Kuning (*Glycine max L*), Kedelai Hijau (*Glycin Max (L) Merrill*), Kedelai Hitam (*Glycine soja (L) Merrill*). *Jurnal Teknologi Pangan Dan Gizi*, 22(2), 113–121. <https://doi.org/10.33508/jtpg.v22i2.4753>
- Seftiono, H., Djiuardi, E., & Pricila, S. (2019). Analisis Proksimat dan Total Serat Pangan pada Crackers Fortifikasi Tepung Tempe dan Koleseom (*Talinumtiangulare*). *AgriTECH*, 39(2), 160. <https://doi.org/10.22146/agritech.29726>
- Siregar, M., Arvianti, M. D., & Sofyaningsih, M. (2023). The potency of edamame (*Glycin max (L) Merrill*) as high dietary fiber instant pudding. *ARGIPA (Arsip Gizi Dan Pangan)*, 8(2), 93–107. <https://doi.org/10.22236/argipa.v8i2.12844>
- Sutrisno, E. T., Arief, D. zainal A., & Oktapiani, T. (2018). Karakteristik Tepung Campolay (*Pouteria campechiana*) Untuk Biskuit Dengan Variasi Tingkat Kematangan Dan Suhu Blansing. *Pasundan Food Technology Journal*, 5(2), 111–121.
- TKPI. (2020). *Tabel Komposisi Pangan Indonesia*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- USDA. (2019). Edamame, frozen, prepared. FoodData Central. Agricultural Research Service. Diakses pada 01 Maret 2025, dari <https://fdc.nal.usda.gov/food-details/168411/nutrients>
- Wilberta, N., Sonya, N. T., & Lydia, S. H. R. (2020). Analisis Kandungan Gula Reduksi Pada Gula Semut Dari Nira Aren Yang Dipengaruhi pH Dan Kadar Air. *BIOEDUKASI Jurnal Pendidikan Biologi*, 12(1), 101–108. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03637>
- Yu, D., Lin, T., Sutton, K., Lord, N., Carneiro, R., Jin, Q., Zhang, B., Kuhar, T., Rideout, S., Ross, J., Duncan, S., Yin, Y., Wang, H., & Huang, H. (2021). Chemical Compositions of Edamame Genotypes Grown in Different Locations in the US. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5(February), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.620426>

Yuspitasari, G., Ansharullah, A., & Rejeki, S. (2023). Pengaruh Substitusi Tepung Tempe Kedelai Terhadap Nilai Organoleptik Dan Kandungan Gizi Biskuit. *Jurnal Sains Dan Teknologi Pangan*, 8(1), 5882–5896. <https://doi.org/10.33772/jstp.v8i1.34502>