

## RESEARCH STUDY

Indonesian Version

## OPEN ACCESS

# Analisis Kandungan Asam Fitat dan Tanin Nasi dari Beras Analog Berbasis Pangan Lokal sebagai Alternatif Pangan Fungsional

## Analysis of Phytic Acid and Tannin Content of Local Food-Based Analogue Rice as an Alternative Functional Food

Sri Rahmawati<sup>1</sup>, Arif Sabta Aji<sup>1,2\*</sup>, Satrijo Saloko<sup>1,3</sup>, Veriani Aprilia<sup>1,2</sup>, Radhiyya Tsubitah S. Djidin<sup>1</sup>, Nova Veronika Sailendra<sup>1</sup>, Frisqi Meilany Khoirunnisah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Nutrition Department, Faculty of Health Sciences, Alma Ata University, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia

<sup>2</sup>Alma Ata Graduate School of Public Health, Faculty of Health Sciences, Alma Ata University, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia

<sup>3</sup>Food Science and Technology Study Program, Faculty of Food Technology and Agroindustry, University of Mataram, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia

### INFO ARTIKEL

Received: 15-09-2023

Accepted: 14-03-2024

Published online: 30-09-2024

### \*Koresponden:

Arif Sabta Aji

[sabtaaji@almaata.ac.id](mailto:sabtaaji@almaata.ac.id)

### DOI:

10.20473/amnt.v8i3.2024.344-349

### Tersedia secara online:

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

### Kata Kunci:

Asam Fitat, Beras Analog, Tanin, Teknik Penanaman

### ABSTRAK

**Latar Belakang:** Beras analog sebagai salah satu alternatif diversifikasi pangan yang memiliki karakteristik mirip nasi dari beras padi. Oleh karena itu, aneka ragam bahan pembuat beras analog dapat berpotensi menjadikan produk ini sebagai salah satu pangan fungsional yang memiliki manfaat kesehatan.

**Tujuan:** Untuk melihat efek dari teknik penanaman dengan kandungan asam fitat dan tanin nasi beras analog (sorgum, mocaf, glukomanan, dan tepung kelor) dan nasi beras padi C4.

**Metode:** Penelitian desain eksperimen yang menggunakan RAL sebanyak dua perlakuan yaitu penanaman beras dengan kukusan dan *rice cooker*. Penelitian dilakukan pada Oktober-November 2022 di Laboratorium Chem-mix Pratama. Dua sampel terdiri dari beras analog dan beras padi (Tipe C4) dilihat kandungan zat asam fitat dan tanin menggunakan metode Spektrofotometri Infra-Red dan Spektrofotometri UV-S.

**Hasil:** Kandungan asam fitat tertinggi nasi beras analog metode pemasakan *rice cooker* dan kukusan adalah 6,64 mg dan 4,75 mg. Rata-rata kandungan tanin tertinggi nasi dari beras analog dengan metode pemasakan *rice cooker* dan kukusan adalah 18,35 mg dan 19,55 mg. Kandungan asam fitat tertinggi nasi dari beras padi C4 dengan dengan metode pemasakan *rice cooker* dan kukusan adalah 7,43 mg dan 9,01 mg. Kandungan tanin nasi dari beras padi C4 dengan dengan metode pemasakan *rice cooker* dan kukusan adalah 4,45 mg dan 9,11 mg.

**Kesimpulan:** Kandungan asam fitat nasi dari beras analog lebih rendah daripada beras padi C4. Kandungan tanin nasi dari beras analog lebih tinggi daripada beras padi C4. Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan untuk menurunkan kandungan tanin beras analog.

### PENDAHULUAN

Beras merupakan bagian dari sumber karbohidrat utama di masyarakat Indonesia. Selain itu, nilai indeks glikemik pada beras putih juga tergolong tinggi yaitu 82. Makanan dengan indeks glikemik tinggi yang dikonsumsi pada makanan dalam waktu lama memberikan efek berbagai macam komplikasi diabetes serta resistensi insulin. Oleh karena itu, pangan dengan indeks glikemik rendah bisa dijadikan sebagai alternatif pangan fungsional dan juga mendukung program diversifikasi pangan. Salah satu bentuk upaya penerapan tersebut yaitu dengan melalui pengolahan beras analog<sup>1</sup>. Beras analog adalah produk yang dapat diproses dari bahan selain beras yang bisa memberikan efek modifikasi kandungan gizi dan dicetak menyerupai butiran beras.

Beras serupa dapat digunakan sebagai produk diversifikasi pangan dan dapat dikonsumsi serupa dengan makanan pokok seperti nasi dari beras padi. Dengan memanfaatkan bahan-bahan lokal sebagai sumber karbohidrat, dapat dihasilkan beras serupa yang bergizi sama atau bahkan lebih dari nasi<sup>2</sup>. Cara membuat beras analog yaitu dengan memakai teknologi ekstrusi dengan memproses pencampuran bahan pembuatan beras analog dan dicetak dengan bentuk yang menyerupai beras padi. Beberapa bahan baku non-beras yang telah dimanfaatkan dalam pembuatan beras analog adalah sorgum dan *Modified Cassava Flour* (mocaf)<sup>3,4</sup>.

Sorgum adalah tanaman yang mempunyai kandungan antioksidan, khususnya yang berasal dari tanin<sup>5</sup>. Tanin merupakan senyawa polifenol yang dapat

memberikan efek positif dan negatif. Tanin dapat memengaruhi warna, rasa, dan nilai gizi benih dan produknya. Tanin juga sebagai antioksidan yang mengikat radikal bebas sehingga memungkinkan tubuh mencegah kerusakan sel dan berkembangnya berbagai penyakit<sup>6</sup>. Asam fitat adalah salah satu antioksidan dan anti gizi yang berikatan dengan protein dan mineral serta membentuk ikatan yang mengurangi kelarutan senyawa terikat. Kondisi tersebut memberikan efek penurunan penyerapan mineral dan protein dalam tubuh. Hal ini menyebabkan penurunan nilai gizi makanan<sup>7</sup>. Glukomanan adalah polisakarida tipe mannan yang ditemukan pada tumbuhan runjung dan umbi tanaman. Konjak glukomanan, berasal dari tanaman *Amorphophallus Konjac*, adalah glukomanan nonionik yang larut dalam air, berbobot molekul tinggi. Indonesia memiliki sumber botani glukomanan yaitu *Amorphophyllus Ancophyllus Prain/Amorphophorus Mülleri Blume*<sup>8,9</sup>. *Moringa Oeifera Lamk* (daun kelor), termasuk keluarga *Moringaceae* yang merupakan tanaman obat yang mengandung vitamin. Kelor mengandung vitamin C 7 kali lebih banyak dibandingkan jeruk, vitamin A 10 kali lebih banyak dibandingkan wortel, kalsium 17 kali lebih banyak dibandingkan susu, protein 9 kali lebih banyak dibandingkan yogurt, potasium 15 kali lebih banyak dari pisang, dan zat besi 25 kali lebih banyak dibandingkan bayam<sup>10</sup>. Tepung mocaf merupakan singkong atau ubi kayu (*Manihot Esculenta Krantz*), salah satu sumber karbohidrat yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Perbaikan tepung singkong dengan metode fermentasi menghasilkan produk tepung yang dikenal dengan tepung mocaf. Proses fermentasi terkontrol dalam produksi tepung mocaf menggunakan biji Bakteri Asam Laktat (BAL). Spesies yang dipelajari termasuk *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus Casei*<sup>3,11</sup>.

Asam fitat memiliki kandungan sebagai sumber antioksidan dan terbukti menjadi senyawa anti gizi yang menjadi kekurangan asam fitat. Senyawa kompleks seperti protein yang tidak larut dapat berikatan dengan asam fitat. Oleh karena itu, terbentuknya senyawa fitat protein menyebabkan turunnya ketersediaan protein bagi tubuh dan dengan demikian menurunkan nilai gizi produk pangan yang bersangkutan. Tanin adalah salah satu senyawa polifenol yang unik karena dapat

memberikan efek positif dan negatif bagi kesehatan. Tanin dapat mempengaruhi warna, *flavor*, dan kualitas gizi dari produk yang dihasilkan. Di samping itu, tanin juga dapat berfungsi sebagai antioksidan yang dapat mengikat radikal bebas sehingga tubuh dapat terhindar dari kerusakan sel dan mencegah timbulnya berbagai penyakit. Radikal bebas diketahui berkontribusi dalam kerusakan protein, *Deoxyribonucleic Acid* (DNA) dan lemak pada sel dan jaringan. Belum pernah dilakukan penelitian terkait kandungan tanin dan asam fitat sebagai zat anti gizi pada produk beras analog berbahan baku dari tepung sorgum, mocaf, kelor, dan glukomanan porang. Oleh karena itu, perlu adanya analisis kandungan asam fitat dan tanin pada produk beras analog untuk meningkatkan mutu produk dan mengetahui apakah ada pengaruh dari metode penanakan pada proses pemasakan nasi dari beras analog dan dibandingkan dengan beras padi lokal jenis C4.

## METODE

Penelitian eksperimen dilakukan menggunakan RAL dua perlakuan yaitu penanakan beras dengan kukusan dan *rice cooker* dengan menggunakan dua sampel yaitu beras analog berbahan baku tepung sorgum, mocaf, glukomanan, elor, dan beras padi C4 dengan masing-masing dua kali pengulangan (Tabel 1). Waktu penelitian ini dilakukan Oktober-November 2022 di Laboratorium Chemix Pratama untuk memeriksa kandungan asam fitat dan tanin, Laboratorium Teknologi Pangan Fakultas Pertanian Universitas Mataram untuk memproses pembuatan produk beras analog, dan Laboratorium Kuliner Universitas Alma Ata untuk proses pemasakan nasi beras analog dan nasi beras padi C4. Sampel pada penelitian ini yaitu nasi dari beras analog yang berbahan baku tepung sorgum, mocaf, glukomanan, dan kelor, dan nasi dari beras padi C4. Pengembangan produk beras analog ini adalah modifikasi dari penelitian yang pernah dilakukan peneliti saat membuat produk beras analog berasal dari umbi gadung<sup>12,13</sup>. Variabel bebas pada penelitian ini yaitu teknik penanakan menggunakan penanakan secara konvensional dan *rice cooker* sedangkan variabel terikat pada penelitian ini yaitu analisis kandungan asam fitat dan tanin.

**Tabel 1.** Perlakuan Penelitian

Jenis Beras	Teknik Penanakan	Ulangan		
		1	2	3
Beras Analog	R	AR <sub>1</sub>	AR <sub>2</sub>	AR <sub>3</sub>
	K	AK <sub>1</sub>	AK <sub>2</sub>	AK <sub>3</sub>
Beras Padi C4	R	CR <sub>1</sub>	CR <sub>2</sub>	CR <sub>3</sub>
	K	CK <sub>1</sub>	CK <sub>2</sub>	CK <sub>3</sub>

R: *rice cooker*, K: kukusan, AR: analog *rice cooker*, AK: analog kukusan, CR: C4 *rice cooker*, CK: C4 kukusan

Alat dan bahan yang dibutuhkan diantaranya timbangan, baskom, *mixer*, mesin ekstuder, kukusan, dan pengering kabinet serta tepung sorgum, tepung mocaf, tepung glukomanan, tepung kelor, dan air<sup>14,15</sup>. Persiapan pada penelitian ini dimulai dari pengadaan sampel penelitian berupa beras analog dan beras padi C4. Formulasi beras analog yang akan digunakan merupakan formulasi pada penelitian sebelumnya perlakuan yang dipilih adalah perlakuan terbaik yaitu P2 (2%) dengan

bahan yaitu tepung sorgum 88 g, tepung mocaf 10 g, tepung kelor 2 g, dan glukomanan 0,1 g<sup>16</sup>. Beras padi yang digunakan adalah beras dengan merek atau tipe C4. Metode pembuatan beras analog ini didasari dari proses penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya<sup>17</sup>.

Pertama, soal produksi beras analog dimulai dengan semua tepung dicampur sesuai dengan perlakuan lalu diaduk hingga rata. Campuran bahan tersebut ditambah air 50% dan minyak 2% dari berat tepung

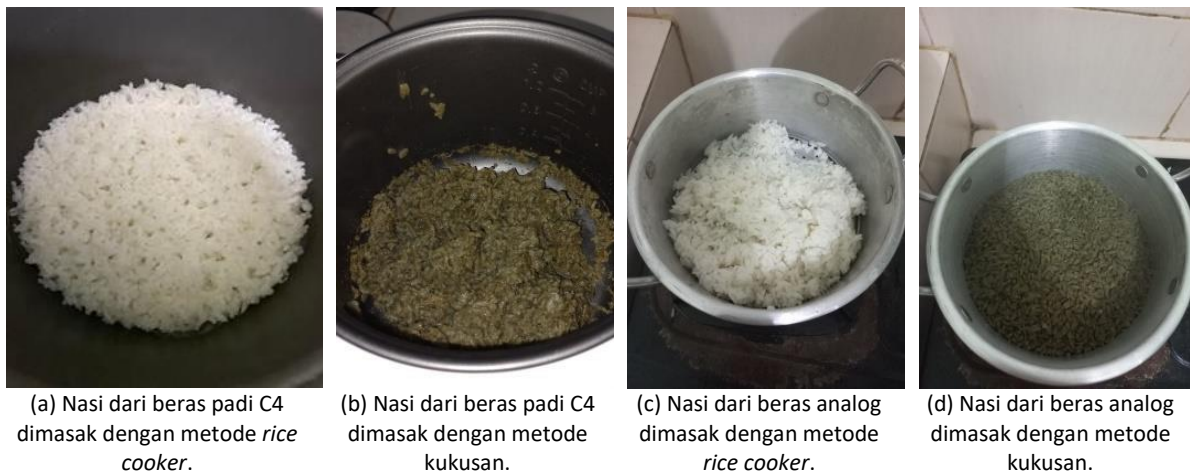
setelah dicampur antara tepung sorgum, mocaf, kelor dan glukomanan kemudian diaduk sampai menjadi adonan semibasah menggunakan *mixer*, selanjutnya adonan dikukus sehingga terjadi proses pregelatinisasi selama 20 menit pada suhu 90-100 °C. Kemudian digiling menggunakan printer beras analog hingga diperoleh partikel adonan berbentuk silinder dengan ukuran 3-5 mm, berbentuk seperti dengan beras. Butiran adonan kemudian dikeringkan menggunakan oven pengering dengan suhu 600°C untuk prosesnya membutuhkan waktu 5 jam. Beras analog yang dikeringkan disortir sesuai bentuk dan ukurannya<sup>18,19</sup>.

Proses pemasakan beras analog dilakukan berdasarkan dari panduan penelitian sebelumnya<sup>12,13,16</sup>. Prosesnya diawali dengan melakukan perendaman dalam air selama 10 menit dengan perbandingan 1:2 kemudian dilakukan penanakan menggunakan kukusan selama ±13 menit, sementara pada teknik penanakan menggunakan *rice cooker* beras analog langsung dimasak dengan perbandingan air 1:2 selama ±10 menit. Pada beras padi C4, proses pemasakan dilakukan dengan cara pencucian beras sebanyak tiga kali. Kemudian beras ditanak dengandua teknik penanakan yang berbeda yaitu penanakan dengan kukusan dan *rice cooker*. Pada teknik penanakan menggunakan kukusan, beras yang telah dicuci dilakukan pengaronan dengan air 1:2 selama ±10 menit kemudian dilakukan pengukusan selama ±15

menit, sementara penanakan pada *rice cooker* dilakukan dengan air 1:2 selama ±20 menit. Kemudian jadilah nasi dari beras padi. Nasi yang telah matang disimpan dalam wadah yang dilapisi oleh *aluminium foil*. Kemudian sampel dibawa ke laboratorium dengan perkiraan waktu perjalanan selama 30 menit. Statistik analisis penelitian ini adalah dilakukan secara deskriptif kuantitatif untuk mengukur kadar asam fitat dan tanin dengan metode spektrofotometri UV-Vis<sup>20</sup>. Penelitian ini dilaksanakan sesuai dengan prosedur dan etika berdasarkan ketentuan dalam kajian layak etik penelitian yang diperoleh dari Komisi Etik Universitas Alma Ata Yogyakarta (Nomor: KE/AA/XI/10965/EC/2022).

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada nasi beras analog dan nasi beras padi C4 dengan pengujian dua kali pemasakan menggunakan *rice cooker* dan kukusan yang dilakukan di Laboratorium Chemix, didapatkan hasil bahwa kandungan asam fitat tertinggi pada nasi beras padi C4 yang dimasak dengan teknik penanakan kukusan. Kandungan tanin tertinggi terdapat pada nasi dari beras analog yang dimasak dengan teknik penanakan *rice cooker*. Gambar hasil penelitian yang telah dilakukan pada nasi dari beras analog dan beras padi C4 menggunakan teknik penanakan *rice cooker* dan kukusan dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Nasi dari Beras Padi C4 dan Beras Analog

#### Kandungan Asam Fitat Nasi dari Beras Analog dan Beras Padi C4

Hasil penelitian kandungan asam fitat pada nasi beras analog menunjukkan terdapat dua perlakuan pemasakan yaitu kukusan atau dengan kode AK dan pemasakan menggunakan *rice cooker* yaitu dengan kode AR. Nasi dari beras analog yang dimasak dengan metode *rice cooker* ulangan 1 dihasilkan 6,7 mg/100 g dan ulangan 2 dihasilkan 6,5 mg/100 g. kemudian nasi

dari beras analog dengan pemasakan metode kukusan ulangan 1 dihasilkan 3,9 mg/100 g dan ulangan 2 dihasilkan 3,8 mg/100 g. Hasil penelitian pada nasi dari beras padi C4 yang dimasak dengan metode kukusan ulangan 1 dihasilkan 8,9 mg/100 g dan ulangan 2 dihasilkan 9,1 mg/100 g. Nasi dari beras padi C4 yang dimasak dengan *rice cooker* ulangan 1 dihasilkan 6,6 mg/100 g dan ulangan 2 dihasilkan 6,7 mg/100 g (Tabel 2).

**Tabel 2.** Kandungan Asam Fitat Nasi dari Beras Analog dan Beras Padi C4

Perlakuan	Kandungan Asam Fitat Nasi (mg/100 g)		
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
<b>Beras Analog</b>			
AR1	6,71	6,57	6,64
AR2	5,94	6,08	6,01

Perlakuan	Kandungan Asam Fitat Nasi (mg/100 g)		
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
<b>Beras Analog</b>			
AK1	3,99	3,85	3,92
AK2	4,62	4,89	4,75
<b>Beras Padi C4</b>			
CK 1	8,90	9,12	9,01
CK 2	8,23	8,46	8,34
CR 1	6,62	6,74	6,68
CR 2	7,36	7,51	7,43

AR: nasi beras analog dimasak dengan metode *rice cooker*, AK: nasi beras analog dimasak dengan metode kukusan, CR: nasi beras padi C4 dimasak dengan metode *rice cooker*, CK: nasi beras padi C4 dimasak dengan metode kukusan

Asam fitat dapat mempersulit penyerapan zat besi alami dan zat besi yang diserap dari makanan yang berasal dari biji-bijian dan kacang-kacangan. Asam fitat merupakan senyawa antigizi yang bila tertelan dalam jumlah banyak dapat menghambat penyerapan mineral penting dalam tubuh, sehingga unsur-unsur tersebut dapat dikeluarkan dari tubuh melalui urin dan feses<sup>21,22</sup>. Batas aman konsumsi kandungan asam fitat dalam bahan makanan adalah sebesar 250-800 mg/kg berat badan/hari<sup>23</sup>. Pada penelitian ini hasil uji asam fitat nasi beras analog *rice cooker* yaitu 6,71 mg/100 g dan pada c4 kukusan 9,12 mg/100 g. Hal ini berkaitan dengan cara pemasakan yang mempengaruhi tinggi rendahnya kandungan pada asam fitat nasi beras analog dan nasi beras padi C4. Asam fitat pada nasi analog menunjukkan bahwa kadar asam fitat memiliki kecenderungan mengalami penurunan dari bahan mentah hingga perlakuan perendaman, kukus, dan rebus. Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian lainnya yang menyatakan bahwa penurunan kandungan asam fitat disebabkan oleh proses perendaman yang disebabkan oleh difusi dan pelarutan asam fitat dalam air rendaman menurunkan kandungan asam fitat pada beras analog. Selama perendaman, pH juga menurun akibat fermentasi

dan pengasaman oleh bakteri asam laktat. Proses perendaman juga meningkatkan enzim fitase, yaitu salah satu enzim yang mampu menghidrolisis asam fitat menjadi inositol dan ortofosfat sehingga menurunkan kandungan asam fitat<sup>24,25</sup>.

#### Kandungan Tanin Nasi dari Beras Analog dan Beras Padi C4

Hasil penelitian kandungan tanin pada nasi analog memiliki dua perlakuan pemasakan yaitu kukusan (AK) dan pemasakan menggunakan *rice cooker* (AR). Nasi analog yang dimasak dengan *rice cooker* ulangan 1 dihasilkan 17,5 mg/100 g dan ulangan 2 dihasilkan 17,6 mg/100 g. Nasi analog kukusan ulangan 1 dihasilkan 19,6 mg/100 g dan ulangan 2 dihasilkan 19,5 mg/100 g. Hasil penelitian pada nasi dari beras padi C4 pada tanin terdapat dua perlakuan pemasakan yaitu kukusan (CK) dan pemasakan menggunakan *rice cooker* (CR). Nasi dari beras padi C4 kukusan ulangan 1 dihasilkan 9,07 mg/100 g dan ulangan 2 dihasilkan 9,15 mg/100 g. Nasi dari beras padi C4 yang dimasak dengan *rice cooker* ulangan 1 dihasilkan 4,2 mg/100 g dan ulangan 2 dihasilkan 4,3 mg/100 g (Tabel 3).

**Tabel 3.** Kandungan Tanin Nasi dari Beras Analog dan Beras Padi C4

Perlakuan	Kandungan Tanin Nasi (mg/100 g)		
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
<b>Beras Analog</b>			
AR1	17,57	17,63	17,6
AR2	18,42	18,29	18,35
AK1	19,60	19,54	19,55
AK2	19,41	19,47	19,44
<b>Beras Padi C4</b>			
CK 1	8,90	9,12	9,01
CK 2	8,23	8,46	8,34
CR 1	6,62	6,74	6,68
CR 2	7,36	7,51	7,43

AR: nasi beras analog dimasak dengan metode *rice cooker*, AK: nasi beras analog dimasak dengan metode kukusan, CR: nasi beras padi C4 dimasak dengan metode *rice cooker*, CK: nasi beras padi C4 dimasak dengan metode kukusan

Tanin merupakan zat penghambat gizi yang memengaruhi pencernaan protein dari beras sorgum dan oleh karena itu harus dikurangi. Struktur protein tanin mengandung molekul yang sangat besar, banyak gugus hidroksil, dan banyak cincin hidrofobik yang sangat besar<sup>24</sup>. Kandungan tanin dapat dikurangi dengan cara direndam dan proses perendaman ditandai dengan larutnya komponen seperti tanin, asam fitat, dan zat

terlarut lainnya, perubahan warna air rendaman, dan terbentuknya gelembung-gelembung di permukaan. Air lebih mudah masuk ke dalam sel sperma dan hal ini disebut dengan penyerapan. Tanin banyak mengandung fenol dengan gugus OH polar yang berikatan dengan air, sehingga mengubah struktur tanin sehingga menyebabkan tanin terurai dan larut serta terangkut ke dalam air<sup>25</sup>.



- Corn Flour Using Hot Extrusion Technology. *Foods* **10**, 3023 (2021).
15. Kusumayanti, H., Sumardiono, S. & Jos, B. Analog rice production using granulation, hot extrusion, and cold extrusion methods: An overview. *AIP Conference Proceedings* **2667**, 020013 (2023).
  16. Wahyuningsih, I. et al. Sensory Evaluation and Fiber Content Analysis of Analog Rice with Moringa Leaf Flour Substitution. *Indonesian Journal of Human Nutrition* **10**, 28–41 (2023).
  17. Haditama, P. K., Permatasari, K., Sukma, N. A., Rian, M. A. & Damat. Development of Corn Flour-Based Rice Analog With The Addition of Ylang Flower Extract As A Flavor Enhancement. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* **10**, (2022).
  18. Sajidah, V., Triwindiyanti, Q. A. F., Afifah, D. N. & Mahati, E. Pengaruh Substitusi Tepung Mocaf (Modified Cassava Flour) dan Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) pada Beras Analog Terhadap Uji Organoleptik dan Kandungan Serat. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* **11**, 40–45 (2022).
  19. Agusman, A., Apriani, S. & Murdinah, M. Penggunaan Tepung Rumput Laut *Eucheuma cottonii* pada Pembuatan Beras Analog dari Tepung Modified Cassava Flour (MOCAF). *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan* **9**, 1 (2014).
  20. Risfianty, D. K. & Indrawati, I. Perbedaan Kadar Tanin Pada Infusa Daun Asam Jawa (*Tamarindus indica* L.) dengan Metoda Spektrofotometer UV-VIS. *LOMBOK JOURNAL OF SCIENCE* **2**, 1–7 (2020).
  21. Feizollahi, E. et al. Review of the beneficial and anti-nutritional qualities of phytic acid, and procedures for removing it from food products. *Food Res Int* **143**, 110284 (2021).
  22. Zhang, Z., Liu, C., Wu, S. & Ma, T. The Non-Nutritional Factor Types, Mechanisms of Action and Passivation Methods in Food Processing of Kidney Bean (*Phaseolus vulgaris* L.): A Systematic Review. *Foods* **12**, 3697 (2023).
  23. Brouns, F. Phytic Acid and Whole Grains for Health Controversy. *Nutrients* **14**, 25 (2021).
  24. Suhag, R. et al. Microwave processing: A way to reduce the anti-nutritional factors (ANFs) in food grains. *LWT* **150**, 111960 (2021).
  25. Samtiya, M., Aluko, R. E. & Dhewa, T. Plant food anti-nutritional factors and their reduction strategies: an overview. *Food Production, Processing and Nutrition* **2**, 6 (2020).
  26. Maharani, P., Santoso, U., Rachma, Y. A., Fitriani, A. & Supriyadi, S. Efek Pengolahan Konvensional Pada Kandungan Gizi dan Anti Gizi Biji Petai (*Parkia speciosa* Hassk.). *Jurnal Teknologi Pertanian* **23**, 151–164 (2022).
  27. Koni, T. N. I. & Foenay, T. a. Y. Penurunan Kadar Tanin Silase Kulit Pisang dengan Menggunakan Berbagai Aditif. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia* **15**, 333–338 (2020).
  28. Sharma, K. et al. Health effects, sources, utilization and safety of tannins: a critical review. *Toxin Reviews* **40**, 1–13 (2019).
  29. Delimont, N. M., Haub, M. D. & Lindshield, B. L. The Impact of Tannin Consumption on Iron Bioavailability and Status: A Narrative Review. *Curr Dev Nutr* **1**, 1–12 (2017).