

KARAKTERISASI PATTY ANALOG BERDASARKAN WAKTU PERKECAMBAHAN KACANG MERAH (*Phaseolus vulgaris* L.) DAN KONSENTRASI GUM KASAR BIJI SELASIH (*Ocimum basilicum*)

*Characterization of Analog Patties Based on Red Kidney Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Germination Time and Basil Seed (*Ocimum basilicum*) Crude Gum Concentration*

Achmad Gaudi Alfarenza Mayasa, Anugerah Dany Priyanto, Yushinta Aristina Sanjaya*

Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Jalan Rungkut Madya, Kecamatan Gunung Anyar, Kota Surabaya.

**)Penulis korespondensi: yushinta.a.tp@upnjatim.ac.id*

Submisi: 11.8.2026; Revisi: 20.8.2026; Penerimaan: 30.8.2026; Dipublikasikan: 1.12.2026
Dipublikasikan online: 13.9.2026

ABSTRAK

Patty analog berbahan nabati memiliki ciri fisikokimia mendekati *patty* konvensional. Kacang merah dipilih sebagai bahan alternatif dengan kadar asam lemak jenuh lebih rendah dari daging sapi. Metode perkecambahan ditujukan untuk menurunkan asam fitat dalam kacang merah. Waktu perkecambahan yang bertambah dapat meningkatkan daya cerna protein *patty*. Penambahan konsentrasi gum kasar biji selasih yang mengandung glukomannan dapat meningkatkan kapasitas pengikatan air (WHC) dan kekenyalan pada *patty analog*. Tujuan penelitian untuk mengetahui pengaruh interaksi bertambahnya waktu perkecambahan kacang merah dan peningkatan konsentrasi gum kasar biji selasih terhadap karakter fisikokimia, daya cerna protein, dan kekenyalan *patty analog*. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan faktor pertama waktu perkecambahan kacang merah (24 jam, 48 jam, 72 jam) dan faktor kedua konsentrasi gum kasar biji selasih (5%, 10%, 15%). Hasil penelitian diuji ANOVA dan jika berpengaruh nyata ($p < 0,05$), akan dilanjutkan uji DMRT. Kesimpulan didapat bahwa adanya interaksi nyata ($p < 0,05$) antara bertambahnya waktu perkecambahan kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.) dengan peningkatan konsentrasi gum kasar biji selasih (*Ocimum basilicum*) terhadap kadar karbohidrat, kadar air, kadar abu, *Water Holding Capacity*, dan kekenyalan *patty analog*.

Kata kunci : Patty analog, kacang merah, perkecambahan, selasih, gum kasar

ABSTRACT

*Plant-based analogue patties possess physicochemical characteristics similar to conventional patties. Red kidney beans were selected as an alternative ingredient due to their lower saturated fatty acid content compared to beef. The germination process was employed to reduce phytic acid levels in the red kidney beans. Extended germination time can enhance the protein digestibility of the patties. Incorporating basil seed crude gum—which contains glucomannan—can improve the water-holding capacity (WHC) and springiness of the analogue patties. This study aimed to determine the interactive effects of increasing red kidney bean germination time and basil seed crude gum concentration on the physicochemical properties, protein digestibility, and springiness of the analogue patties. A Randomized Block Design was used, with the first factor being red kidney bean germination time (24, 48, and 72 hours) and the second factor being basil seed crude gum concentration (5%, 10%, and 15%). Data were analyzed using ANOVA, and significant effects ($p < 0.05$) were further evaluated using the Duncan Multiple Range Test (DMRT). The study concluded that there was a significant interaction ($p < 0.05$) between increased red kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) germination time and increased basil seed (*Ocimum basilicum*) crude gum concentration regarding carbohydrate content, moisture content, ash content, water-holding capacity, and the springiness of the analogue patties.*

Keywords: Analog patty, red kidney bean, germination, basil seed, crude gum

PENDAHULUAN

Patty konvensional merupakan *patty* yang umumnya berbahan daging sapi. BSN (2018) menyatakan bahwa bahan utama *patty* merupakan daging hewan ternak, salah satunya daging sapi dengan komposisi minimal 45%.

Daging sapi memiliki kadar asam lemak jenuh yaitu 33% dari total lemak (Hilmia, 2022), sehingga berisiko meningkatkan peluang penyakit kronis seperti penyempitan pembuluh darah dan gagal jantung (Sanders et al., 2024). Kementerian Kesehatan Republik Indonesia maupun *World Health Organization* menentukan batas konsumsi asam lemak jenuh sebanyak 20 g agar peluang penyakit degeneratif dapat terkendali. Oleh karena itu, perlu dilakukan pencegahan melalui penyediaan *patty* alternatif, misalnya dari kacang merah.

Kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.) merupakan salah satu bahan nabati dengan kadar asam lemak jenuh yang berpotensi lebih rendah terhadap penyakit jantung koroner maupun aterosklerosis. Menurut Veronica et al. (2025), kadar lemak jenuhnya sebanyak 18% dari kadar lemak total. Kacang merah juga dapat memberikan asupan kasar protein yang hampir sama dengan daging sapi yaitu sebesar 23,1% (Kusnandar et al., 2020). Kacang merah juga memiliki protein globulin yang dapat bergelasi (Srenuja et al., 2023a) seperti pada protein miofibril daging sapi (Dara et al., 2021). Hal tersebut membuat kacang merah menjadi bahan alternatif yang dapat membuat kekenyalan *patty* analog hampir serupa dengan *patty* konvensional karena efek gelasinya (Kim et al., 2021). Utami et al. (2024) telah menggunakan kacang merah dalam wujud *puree* pada pembuatan *patty* analog.

Kacang merah mengandung antinutrisi salah satunya asam fitat dengan kadar yang tinggi. Putri et al. (2025), melaporkan bahwa kadar asam fitat kacang merah berkisar dari 0,166-0,217 mg/100 g, lebih tinggi dari kadar asam fitat kacang hijau maupun kacang tunggak. Dampak konsumsi inositol heksafosfat berupa penurunan daya cerna protein karena pembentukan senyawa kompleks antara protein dan asam fitat menghambat proteolisis dalam pencernaan. Metode

perkecambahan dipilih sebagai metode yang efektif dalam menurunkan asam fitat. Hal tersebut dibuktikan oleh Arshad et al. (2023) dengan persentase penurunan mencapai 91%. Perlakuan waktu perkecambahan 24 jam, 48 jam, 72 jam membuat kadar asam fitat pada kacang merah masing-masing 1,97 mg/g, 1,87 mg/g, dan 1,60 mg/g. Metode perkecambahan berpotensi menurunkan kapasitas pengikatan air dalam kacang merah (Viana dan English, 2022) yang berdampak terhadap tekstur *patty* yang mengeras dan tidak disukai konsumen. Riftyan et al. (2025) menyatakan bahwa *patty* bertekstur kenyal lebih disukai. Oleh karena itu, tindakan solutif diusulkan berupa penambahan gum kasar biji selasih untuk meningkatkan preferensi konsumen.

Biji selasih (*Ocimum basilicum*) dapat menghasilkan gum dengan cara merendahnya dalam air bersuhu 50 °C. Setelah 20 menit perendaman, terdapat lapisan putih keruh yang keluar dari kulit biji selasih, lapisan tersebut merupakan gum kasar biji selasih (Razavi et al., 2009). Dalam gum tersebut, dominan agen gelasi berupa glukomanan. Hosseini-Parvar et al. (2010) menyatakan kadar glukomanan dalam biji selasih sebesar 43%. Glukomanan mempunyai gugus hidroksil yang dapat mengikat air sehingga nilai WHC produk meningkat (Hasibuan, 2024). Selain itu, interaksi gugus hidroksil glukomanan dengan gugus aktif protein kacang berperan dalam pembentukan kekenyalan pada daging buatan. Penelitian ini mempelajari perubahan karakteristik *patty* analog berdasarkan perlakuan waktu perkecambahan kacang merah dan konsentrasi gum kasar biji selasih.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan utama dalam penelitian ini terdiri dari kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.) dan biji selasih (*Ocimum basilicum*). Bahan pendukung yang digunakan meliputi isolat protein kedelai, air, minyak, merica, bawang bombai, garam, dan gula. Bahan yang digunakan untuk proses analisis meliputi H₂SO₄, tablet kjeldahl, NaOH, asam borat,

BCG-MR, HCl, petroleum benzene, enzim pepsin, enzim pankreatin, natrium azida, fuffer asam formiat-NaOH, reagen 3,5 DNS, KClO₃, natrium tiosulfat, larutan amilum, CHCl₃, larutan hanus, KI, reagen wade, dan NaCl.

Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Rancangan percobaan dalam penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan dua kelompok. Kelompok tersebut dibentuk dari perlakuan perkecambahan dengan kelompok pertama menggunakan wadah perkecambahan I dan kelompok kedua menggunakan wadah perkecambahan II. Rancangan ini terdiri dari dua faktor yaitu waktu perkecambahan kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.) (24 jam, 48 jam, 72 jam) dan konsentrasi gum kasar biji selasih (*Ocimum basilicum*) (5%, 10%, 15% dari 45 gram puree kecambah). Analisis data dengan aplikasi excel diawali Analysis of Variance dan apabila hasil uji berpengaruh nyata ($p < 0,05$), maka akan dilanjut Duncan Multiple Range Test (DMRT).

Prosedur Penelitian

Penelitian diawali dengan pembuatan kecambah sesuai perlakuan waktu perkecambahan, lalu pembuatan gum kasar biji selasih, kemudian pembuatan *patty* analog berbahan *puree* kecambah kacang merah dan gum kasar biji selasih dengan perlakuan konsentrasi.

Pembuatan Kecambah Kacang Merah

Kacang merah 200 g direndam dalam air 400 mL selama 2 jam. Setelah itu, dilakukan penyortiran dengan mengambil kacang merah yang mengapung dan pementasan kacang merah. Persiapan wadah baki yang telah dilubangi dan diberi tisu dengan akses air. Perkecambahan kacang merah secara merata dan sedikit berjarak di atas tisu dengan suhu 27 °C, RH lingkungan perkecambahan $\pm 75\%$, dan tempat gelap. Peninjauan perkecambahan setiap 3 jam, apabila berlendir maupun terlambat berkecambah, maka dilakukan eliminasi. Kecambah dengan masing-masing perlakuan waktu perkecambahan dibilas air mengalir dan *blanching* dengan metode pengukusan bersuhu ± 80 °C selama 3 menit. Pendinginan dan pemblenderan kecambah menghasilkan *puree* kecambah kacang merah.

Pembuatan Gum Kasar Biji Selasih

Perendaman biji selasih dalam air bersuhu ± 50 °C dengan perbandingan 1:10 selama 20 menit. Biji selasih yang telah terhidrasi memiliki ciri-ciri lapisan putih menyelimuti bagian luar biji. Penghancuran biji tersebut dengan alat blender untuk menghasilkan gum kasar biji selasih.

Pembuatan Patty Analog

Pencampuran *puree* kecambah kacang merah dengan massa 45 g, gum kasar biji selasih dengan masing-masing perlakuan konsentrasi dan bahan pendamping yang terdiri dari minyak goreng 3 mL, air 10 mL, bawang putih 1 g, bawang bombai 1 g, garam 1 g, merica 1 g, dan isolat protein kedelai 10 g. Penimbangan adonan *patty* sebanyak 45 g dan pencetakan membentuk lingkaran berdiameter 6,5 cm dan ketebalan 1,5 cm. Pengukusan *patty* analog di suhu awal ± 60 °C selama 5 menit. Pendinginan *patty* analog sampai bersuhu ruang. Penggorengan *patty* analog dengan metode *pan frying* selama 1 menit. *Patty* analog diuji sesuai yang terlampir pada prosedur analisis.

Prosedur Analisis

Analisis bahan baku terdiri dari uji kadar asam lemak jenuh (Sudarmadji et al., 1997) dan protein pada kacang merah. Uji kadar protein dan asam fitat (Putri, 2023) dilakukan pada kecambah kacang merah. Uji kadar glukomanan (Utaminingsih, 2021) dan asam alfa-linolenat (Rohman et al., 2023) dilakukan pada gum kasar biji selasih. Analisis sampel *patty* analog meliputi uji proksimat (karbohidrat, protein, lemak, air, abu) (Sudarmadji et al., 1997), daya cerna protein (Bryan dan Classen, 2020), *Water Holding Capacity* (Fauzi et al., 2023), dan profil tekstur kekenyalan (Simorangkir et al., 2017).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kacang Merah

Kacang merah dalam penelitian ini mengandung asam lemak jenuh 0,02 g /100 g. Kadar asam lemak tersebut berada di bawah kadar asam lemak daging sapi yaitu sebanyak 33% dari kadar lemak daging sapi 1,917 g/100 g (Hilmia, 2023) Asam lemak jenuh pada bahan nabati yang sedikit seperti dalam

kacang merah membuat tidak berpengaruh besar terhadap jumlah produksi kolesterol LDL sehingga peluang penyakit kronis seperti penyakit jantung koroner lebih terkendali (Shafrina et al., 2025).

Kecambah Kacang Merah

Waktu perkecambahan kacang merah berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar protein dan asam fitat kecambahnya (Tabel 1).

Tabel 1. Kadar protein dan asam fitat kecambah kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.)

Waktu Perkecambahan (Jam)	Protein (% wb)	Asam Fitat (% wb)
0	20,51 ± 0,46	7,99 ± 0,18
24	8,99 ± 0,13	3,54 ± 0,16
48	13,00 ± 0,36	2,59 ± 0,20
72	15,62 ± 0,55	1,69 ± 0,23

Hal tersebut disebabkan adanya aktivitas pemecahan protein dan penurunan berat akibat reduksi serat dan pati selama perkecambahan. Srenuja et al. (2023b) menyatakan bahwa waktu perkecambahan menyebabkan terjadinya kenaikan kadar protein. Kenaikan tersebut diakibatkan adanya konversi karbohidrat dalam kacang merah sebagai sumber energi perkecambahan. Efek konversi tersebut berupa penurunan berat kecambah sehingga hasil hitung kadar protein mengalami peningkatan. Penurunan kadar protein hasil perkecambahan 24 jam dari kacang yang tidak dikecambahkan karena penambahan massa pada kecambah 24 jam yang berasal dari proses imbibisi air selama perendaman dan perkecambahan. Srenuja et al. (2023b) menyatakan bahwa keberadaan kulit pada kecambah berdampak terhadap kadar protein yang sedikit lebih rendah dari kadar protein kecambah yang dikupas.

Waktu perkecambahan menyebabkan penurunan kadar asam fitat pada kacang merah. Hal ini sejalan dengan Srenuja et al. (2023b) yang menyatakan bahwa penurunan kadar asam fitat pada perkecambahan kacang merah disebabkan aktivitas enzim fitase endogen setelah kecukupan jumlah air yang terimbibisi pada kacang dan enzim fitase yang dihasilkan juga semakin banyak seiring

bertambahnya waktu perkecambahan. Jenis enzim fitase yang umumnya dijumpai adalah 6-fitase, bertugas mengurai asam fitat dari karbon urutan ke-3 maupun ke-6 dengan acuan cincin inositol dan menghasilkan mio inositol dan ortofosfat (Gupta et al., 2015).

Gum Kasar Biji Selasih

Gum kasar biji selasih (*Ocimum basilicum*) berupa lapisan putih keruh yang menyelimuti seluruh permukaan luar biji setelah proses hidrasi pada biji (Razavi et al., 2009). Gum kasar biji selasih dalam penelitian ini sebesar 19,41±0,03%. Glukomanan merupakan komponen hidrokoloid yang dapat menahan air dalam gel dan dapat meningkatkan nilai viskositas suatu campuran (Dinani et al., 2023) maupun dalam pembentukan tekstur makanan (Lei et al., 2025).

Patty Analog

Kadar Karbohidrat

Interaksi antara waktu perkecambahan dan konsentrasi gum kasar biji selasih berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar karbohidrat patty analog (Tabel 2). Semakin lama waktu perkecambahan dan semakin besar konsentrasi gum kasar biji selasih maka semakin rendah kadar karbohidrat patty analog karena terjadi katabolisme karbohidrat dalam kacang selama perkecambahan. Selama perkecambahan berlangsung, penguraian akan terus berlanjut menjadi bahan energi utama perkecambahan selanjutnya. Karangora et al. (2021) menyatakan bahwa karbohidrat kecambah mengalami penurunan setelah perkecambahan selama 3 hari karena reaksi enzimatik yang diikuti dengan kenaikan produk berupa gula. Hasil perombakan karbohidrat selama proses perkecambahan akan dikonversi menjadi ATP yang ditujukan untuk pertumbuhan embrio (Rizvi et al., 2024).

Penambahan konsentrasi gum kasar biji selasih berpengaruh nyata terhadap penurunan kadar karbohidrat patty analog. Gum dalam penelitian ini mengandung komponen karbohidrat berupa glukomanan. Konsentrasi gum yang ditambah ke dalam patty membuat kadar karbohidrat patty ikut meningkat (Ndumuye et al., 2022). Penambahan konsentrasi gum kasar biji selasih

mempengaruhi kenaikan kadar air, kadar abu, dan kadar protein *patty* analog. Hal serupa dilaporkan oleh Wafi et al. (2024) bahwa kenaikan kadar abu dan protein berdampak terhadap penurunan kadar karbohidrat produk.

Tabel 2. Pengaruh waktu perkecambahan dan konsentrasi gum terhadap kadar karbohidrat *patty* analog kacang merah

Waktu Perkecambahan (Jam)	Konsentrasi Gum (%)	Karbohidrat (%)
24	5	47,09 ± 0,21 ^h
	10	46,26 ± 0,25 ^g
	15	45,19 ± 0,18 ^f
48	5	43,93 ± 0,34 ^e
	10	42,42 ± 0,11 ^d
	15	40,95 ± 0,03 ^c
72	5	40,42 ± 0,28 ^c
	10	38,50 ± 0,28 ^b
	15	36,42 ± 0,41 ^a

Keterangan: Data (mean±SD) diperoleh dari dua ulangan. Data dianalisis dengan ANOVA. Data yang diikuti dengan huruf berbeda menunjukkan berbeda nyata (DMRT, $p < 0,05$).

Kadar Protein

Waktu perkecambahan kacang merah dan konsentrasi gum kasar biji selasih menunjukkan interaksi yang tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap kadar protein *patty* analog. Waktu perkecambahan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap meningkatnya kadar protein pada *patty* analog. Semakin lama perkecambahan kacang merah dikecambahkan, maka kadar protein *patty* semakin meningkat. Peningkatan ini disebabkan katabolisme pada karbohidrat dalam kacang selama proses perkecambahan yang berdampak terhadap penurunan berat kacang. Srenuja et al. (2023b) menyatakan bahwa perkecambahan selama 3 hari pada kacang merah, terjadi aktivitas enzim amilase yang memecah karbohidrat dan mengkovernya menjadi energi. Dampak aktivitas tersebut yaitu penurunan berat kecambah dan mengakumulasi hasil hitung kadar protein.

Tabel 3. Pengaruh waktu perkecambahan dan konsentrasi gum terhadap kadar protein *patty* analog kacang merah

Faktor	Protein (%)
<i>Waktu Perkecambahan (Jam)</i>	
24	9,21 ± 0,47 ^a
48	11,03 ± 0,57 ^b
72	12,55 ± 0,50 ^c
<i>Konsentrasi Gum (%)</i>	
5	10,35 ± 1,47 ^a
10	10,97 ± 1,53 ^b
15	11,47 ± 1,51 ^c

Keterangan: Data (mean±SD) diperoleh dari dua ulangan. Data dianalisis dengan ANOVA. Data untuk setiap faktor yang diikuti dengan huruf berbeda menunjukkan berbeda nyata (DMRT, $p < 0,05$).

Penambahan gum kasar biji selasih dengan perlakuan konsentrasi 5%,10%, dan 15% berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kenaikan kadar protein *patty* dimana kadar protein terkecil ada pada *patty* analog yang ditambahkan gum 5% dan kadar protein terbesar didapat dengan menambahkan gum kasar biji selasih dengan konsentrasi 15% pada *patty*. Semakin besar konsentrasi gum kasar biji selasih yang ditambahkan, semakin tinggi kadar protein *patty* analog. Hal tersebut disebabkan gum kasar biji selasih memiliki protein sebesar 11% (Razavi et al., 2009). Semakin banyak jumlah gum yang ditambahkan, maka protein pada bahan juga ikut bertambah ke dalam produk.

Kadar Lemak

Interaksi antara waktu perkecambahan kacang merah dan konsentrasi gum kasar biji selasih berpengaruh tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap kadar lemak *patty* analog (Tabel 4).

Sedangkan waktu perkecambahan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar lemaknya. Semakin lama waktu perkecambahan kacang merah, semakin rendah kadar lemak dalam *patty* analog. Hal tersebut dipengaruhi aktivitas katabolisme enzimatik pada lemak yang membuat jumlah lemak menurun. Srenuja et al. (2023b) melaporkan bahwa kadar lemak kecambah dengan umur 1 hari sebesar 1,85%, turun menjadi 1,69% di umur kecambah 2 hari, dan berkelanjutan menjadi 1,48% di umur

perkecambahan 3 hari. Penguraian lemak oleh enzim lipolitik menghasilkan produk untuk tambahan sumber energi dalam proses pertumbuhan dan proses perkembangan kecambah. Produk yang dimaksud berupa asam lemak yang menjadi substrat dalam siklus glioksilat untuk diolah menjadi karbohidrat (Rizvi et al., 2024).

Tabel 4. Pengaruh waktu perkecambahan dan konsentrasi gum terhadap kadar lemak *patty* analog kacang merah

Faktor	Kadar Lemak (%)
<i>Waktu Perkecambahan (Jam)</i>	
24	5,95 ±0,27 ^c
48	5,06 ±0,30 ^b
72	4,25 ±0,23 ^a
<i>Konsentrasi Gum (%)</i>	
5	5,46 ±0,80 ^c
10	5,02 ±0,76 ^b
15	4,79 ±0,72 ^a

Keterangan: Data (mean±SD) diperoleh dari dua ulangan. Data dianalisis dengan ANOVA. Data untuk setiap faktor yang diikuti dengan huruf berbeda menunjukkan berbeda nyata (DMRT, $p < 0,05$)

Konsentrasi gum kasar biji selasih berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar lemak *patty* analog. Semakin besar konsentrasi gum kasar biji selasih yang ditambahkan, maka semakin rendah kadar lemak dalam *patty* analog. Hal tersebut dipengaruhi sifat dominan glukomanan berupa sifat hidrofilik dengan menyerap air dan membentuk gel. Persaingan yang dominan oleh gugus hidroksil terhadap gugus non polar membuat pengikatan minyak yang ditambahkan menjadi terganggu dan berdampak penurunan kadar lemak pada *patty*. Keberadaan glukomanan yang dibawa oleh gum kasar biji selasih juga dapat berperan sebagai penghalang fisik antara gugus non polar pada permukaan protein kecambah kacang merah dengan minyak. Ilustrasi yang sama ditunjukkan oleh Borreani et al. (2016), yaitu glukomanan yang dalam keadaan terhidrasi atau dalam bentuk gel menghalangi ikatan peptida dari enzim pepsin lambung. Glukomanan dalam gum kasar biji selasih yang ditambahkan ke dalam *patty*

analog dalam penelitian ini juga sudah dalam bentuk terhidrasi.

Kadar Air

Interaksi antara waktu perkecambahan kacang merah dan konsentrasi gum kasar biji selasih berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar air *patty* analog (Tabel 5).

Tabel 5. Pengaruh interaksi antara waktu perkecambahan dan konsentrasi gum terhadap kadar air *patty* analog kacang merah

Waktu perkecam- bahan (Jam)	Konsetrasi gum (%)	Kadar air (%)
24	5	36,59 ± 0,23 ^a
	10	37,26 ± 0,13 ^b
	15	38,02 ± 0,15 ^c
48	5	38,38 ± 0,23 ^c
	10	39,36 ± 0,12 ^d
	15	40,02 ± 0,18 ^e
72	5	40,20 ± 0,21 ^e
	10	41,77 ± 0,17 ^f
	15	43,40 ± 0,25 ^g

Keterangan: Data (mean±SD) diperoleh dari dua ulangan. Data dianalisis dengan ANOVA. Data yang diikuti dengan huruf berbeda menunjukkan berbeda nyata (DMRT, $p < 0,05$).

Semakin lama waktu perkecambahan kacang merah dan semakin besar konsentrasi gum kasar biji selasih yang ditambahkan, maka semakin besar kadar air dalam *patty* analog. Penyebabnya berupa air dalam *puree* kecambah yang berasal dari air dalam jaringan kecambah yang ikut tertambahkan ke dalam *patty*. Air tersebut berasal dari proses imbibisi melalui perendaman kacang dan penyerapan selama perkecambahan. Diharjo (2023) menyatakan proses imbibisi yang cukup dapat memicu embrio kacang menghasilkan hormon giberelin. Selama proses perkecambahan, imbibisi akan terus berlangsung sebagai penunjang metabolisme dan mencegah embrio mengalami dorman kembali (Srenuja et al., 2023b). Sebagian air yang terserap juga akan menjadi bagian sel jaringan kecambah sehingga semakin lama proses perkecambahan, volume air yang menjadi bagian dalam jaringan kecambah juga semakin banyak. Perkecambahan kacang merah selama 2 dan 3 hari berpengaruh nyata

terhadap kenaikan kadar air kecambah masing-masing interval 63-72% dan 79-81% (Karangora et al., 2021).

Kenaikan kadar air dalam patty juga dipengaruhi oleh air yang dibawa gum kasar biji selasih, air yang dihidrasi ke biji selasih dan terjebak dalam lendir. Hal tersebut berhubungan dengan kemampuan perikarp biji selasih dalam memproduksi lendir setelah terendam air dalam beberapa menit (Zhou et al., 2022). Lendir tersebut berupa gum kasar biji selasih yang mengandung air sebanyak 7%. (Razavi et al., 2009). Fatmawati et al. (2021) menyatakan salah satu hidrokoloid dengan jumlah dominan yaitu glukomanan. Salah satu komponen yang membentuk gum berviskositas tinggi dengan volume pengikatan air sebesar 10 mL/ g biji selasih.

Kadar Abu

Interaksi antara waktu perkecambahan kacang merah dan konsentrasi penambahan gum kasar biji selasih berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kenaikan kadar abu *patty* analog (Tabel 6).

Tabel 6. Pengaruh interaksi antara waktu perkecambahan dan konsentrasi gum terhadap kadar abu *patty* analog kacang merah

Waktu Perkecambahan (Jam)	Konsentrasi Gum (%)	Kadar Abu (%)
24	5	$1,26 \pm 0,04^a$
	10	$1,39 \pm 0,04^{ab}$
	15	$1,51 \pm 0,02^b$
48	5	$1,92 \pm 0,06^c$
	10	$2,18 \pm 0,04^d$
	15	$2,57 \pm 0,06^e$
72	5	$2,82 \pm 0,09^f$
	10	$2,94 \pm 0,04^f$
	15	$3,16 \pm 0,09^g$

Keterangan: Data (mean $\pm$ SD) diperoleh dari dua ulangan. Data dianalisis dengan ANOVA. Data yang diikuti dengan huruf berbeda menunjukkan berbeda nyata (DMRT, $p < 0,05$)

Semakin lama umur perkecambahan kacang merah dan semakin besar konsentrasi gum kasar biji selasih yang ditambahkan, maka semakin tinggi jumlah abu dalam *patty* analog. Penyebabnya adalah adanya aktivitas penguraian asam fitat sehingga mineral yang

tidak terikat dengan asam fitat semakin banyak. Perkecambahan memicu aktivitas fitase secara alami yang membuat berkurangnya pembentukan senyawa kompleks antar asam fitat dengan mineral (Wang et al., 2024b). Semakin lama waktu perkecambahan, semakin banyak mineral bebas yang tersedia (Rizvi et al., 2024). Mineral merupakan salah satu komponen yang mewakili abu dalam pangan (Pangestuti dan Darmawan, 2021). Sibian dan Riar (2023) menyatakan bahwa metode perkecambahan pada kacang merah dapat menaikkan kadar abu dari 1,28% menjadi 1,36% yang diikuti dengan kenaikan kadar mineral kalsium, besi, dan magnesium. Penurunan massa dari kacang menjadi kecambah juga menimbulkan efek peningkatan hasil hitung kadar abu. Menurut Maldonado-Alvarado et al. (2023), konversi karbohidrat selama perkecambahan menjadi energi dan karbon dioksida berdampak terhadap penurunan berat kering sehingga mempengaruhi perhitungan kadar abu.

Kenaikan kadar abu juga diakibatkan oleh mineral yang ikut tertambahkan melalui gum kasar biji selasih. Kenaikan konsentrasi gum yang ditambahkan membuat mineral yang terikat tambahkan ke dalam *patty* analog juga bertambah. Menurut Pangestuti dan Darmawan (2021), mineral salah satu komponen mewakili kadar abu. Shiam et al. (2025) menyatakan bahwa biji selasih mentah terdapat sejumlah mineral yang cukup tinggi seperti magnesium, kalium, dan kalsium. Ketika biji selasih direaksikan dengan air, biji tersebut menghasilkan crude basil seed gum dengan komposisi abu sekitar 5% (Razavi et al., 2009).

Daya Cerna Protein

Interaksi antara waktu perkecambahan kacang merah dan konsentrasi gum kasar biji selasih berpengaruh tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap daya cerna protein, tetapi masing-masing jenis perlakuan mempengaruhinya secara statistik ($p < 0,05$) (Tabel 7). Semakin lama waktu perkecambahan kacang merah, maka semakin tinggi daya cerna protein *patty* analog. Hal tersebut disebabkan metode perkecambahan memicu akselerasi aktivitas fitase secara alami dari dalam legume, inositol pentafosfat terurai menjadi myo-inositol dan

fosfat. Aktivitas tersebut membuat senyawa kompleks antara protein dengan asam fitat berkurang sehingga proses pencernaan protein lebih efektif (Wang et al., 2024b). Alonso et al. (2000) melaporkan bahwa perkecambahan 24 jam mereduksi 8,8% asam fitat membuat daya cerna protein naik 2,2% sedangkan kecambah 72 jam tereduksi 30,19% asam fitat menghasilkan daya cerna protein dengan kenaikan 7,3%. Ikatan antara asam fitat dengan protein terputus selama proses perkecambahan membuat semakin lama waktu perkecambahan semakin banyak juga protein yang terlepas dari asam fitat. Efeknya adalah aksesibilitas pepsin dalam lambung dan protease pada duodenum terhadap ikatan peptida semakin leluasa.

Tabel 7. Pengaruh waktu perkecambahan dan konsentrasi gum terhadap daya cerna protein *patty* analog kacang merah

Faktor	Daya Cerna Protein (%)
<i>Waktu Perkecambahan (Jam)</i>	
24	29,21 ± 1,40 ^a
48	32,11 ± 1,56 ^b
72	35,99 ± 1,27 ^c
<i>Konsentrasi Gum (%)</i>	
5	34,06 ± 3,09 ^c
10	32,25 ± 2,77 ^b
15	31,01 ± 3,31 ^a

Keterangan: Data (mean±SD) diperoleh dari dua ulangan. Data dianalisis dengan ANOVA. Data untuk setiap faktor yang diikuti dengan huruf berbeda menunjukkan berbeda nyata (DMRT, $p < 0,05$)

Semakin banyak gum kasar biji selasih yang ditambahkan, maka semakin rendah daya cerna protein *patty* analog. Glukomanan dalam gum kasar biji selasih sudah dalam keadaan terhidrasi, membentuk campuran dengan viskositas yang tinggi sehingga pergerakan enzim protease pencernaan dalam mencapai ikatan peptida menjadi terhambat. Borreani et al. (2016) menyatakan bahwa penambahan glukomanan pada susu membuat viskositas campuran meningkat dalam ventrikulus dan terjadinya distensi pada organ tersebut. Peristiwa tersebut menghambat sirkulasi dalam lambung. Gel yang terbentuk dari glukomanan juga dapat menghalangi

enzim pepsin secara fisik terhadap protein dan akan terpecah menjadi banyak agregat berukuran lebih kecil atau viskositas campuran menurun diikuti kenaikan pencernaan protein dalam lambung seiring waktu. Glukomanan di sela-sela protein susu membengkak menghalangi pepsin secara mekanis menggapai protein (Štreimikytė et al., 2020). Ketika pembengkakan sudah maksimal, akan terjadi lisis pada gel sehingga protein dapat digapai oleh protease dan dipecah menjadi bagian yang lebih kecil seperti asam amino bebas. Hal tersebut dibuktikan dengan peningkatan laju proteolisis campuran protein susu dengan konjak glukomanan mulai meningkat 5 menit lebih dari laju proteolisis protein susu. Semakin tinggi konsentrasi gum kasar biji selasih, semakin tinggi viskositas campuran dalam lambung dan banyak gel yang terbentuk sehingga waktu viskositas menurun maupun gel terpecah semakin lama. Dampaknya adalah daya cerna protein *patty* analog semakin menurun.

Water Holding Capacity (WHC)

Interaksi antara waktu perkecambahan kacang merah dengan gum kasar biji selasih berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap WHC *patty* analog (Tabel 8).

Tabel 8. Pengaruh interaksi antara waktu perkecambahan dan konsentrasi gum terhadap *water holding capacity patty* analog kacang merah

Waktu Perkecambahan (Jam)	Konsentrasi Gum (%)	WHC (%)
24	5	31,79 ± 0,52 ^a
	10	36,19 ± 0,41 ^c
	15	40,63 ± 0,81 ^d
48	5	35,13 ± 0,39 ^b
	10	39,68 ± 0,62 ^d
	15	45,33 ± 0,60 ^e
72	5	40,59 ± 0,80 ^d
	10	45,85 ± 0,49 ^c
	15	50,39 ± 0,66 ^f

Keterangan: Data (mean±SD) diperoleh dari dua ulangan. Data dianalisis dengan ANOVA. Data yang diikuti dengan huruf berbeda menunjukkan berbeda nyata (DMRT, $p < 0,05$)

Semakin lama waktu perkecambahan kacang merah dan semakin tinggi konsentrasi gum kasar biji selasih, maka semakin tinggi nilai WHC pada patty analog. Pemicunya berupa kenaikan ketersediaan gugus polar pada permukaan protein kecambah kacang merah. Pada saat perkecambahan, terjadi proses hidrolisis dan enzimatis pada protein menjadi banyak bagian protein. Efeknya luas permukaan protein dengan situs polar pada permukaan tersebut ikut bertambah seiring proses perkecambahan.

More et al. (2026) melaporkan bahwa perkecambahan kacang hijau selama 3 hari berpengaruh nyata terhadap peningkatan kapasitas pengikatan air dari interval 100-150% menjadi mendekati 250%. Wang et al. (2024a) menyatakan bahwa perkecambahan memicu proteolisis yang membuat protein kompleks menjadi banyak protein yang lebih sederhana. Efeknya adalah kenaikan luas permukaan protein yang diikuti ketersediaan gugus aktif salah satunya gugus polar.

Gum kasar biji selasih mengandung glukomanan (Razavi et al., 2009). Cui et al., (2019) dan Hu et al. (2025) menyatakan bahwa gugus -OH maupun gugus hidrofilik pada glukomanan punya kemampuan mengikat air. Glukomanan memiliki fasilitas gugus hidroksil yang dapat berikatan hidrogen dengan air. Semakin banyak glukomanan yang ditambahkan ke dalam produk, maka semakin banyak air yang terikat dalam produk secara kimiawi (Hasibuan, 2024).

Peningkatan nilai WHC pada patty analog berdampak terhadap penurunan kekerasan patty analog. Hal tersebut diakibatkan kenaikan volume air yang terikat atau Water Holding Capacity pada patty menyebabkan kenaikan kadar air patty seperti perbandingan hasil pengamatan kadar air dan WHC dalam penelitian ini. Widyatun et al. (2024) membuktikan hubungan data hasil WHC bakso dengan persentase sekitar 57% dan 72,36% memiliki kadar air masing-masing sekitar 56,98% dan 72,34%. Kenaikan kadar air dalam patty berdampak terhadap pembentukan tekstur produk yang lebih lunak atau menjadi lembek. Herawati et al. (2024) menyatakan bahwa tekstur keras yang menurun pada produk disebabkan oleh peningkatan kadar air dalam produk.

Kekenyalan

Perlakuan bertambahnya waktu perkecambahan kacang merah dengan perlakuan peningkatan konsentrasi penambahan gum kasar biji selasih berinteraksi nyata ($p < 0,05$) terhadap kekenyalan patty analog. Semakin kecil angka hasil pengujian tekstur kekenyalan, maka semakin kenyal tekstur patty analog. Semakin lama waktu perkecambahan kacang merah, maka semakin kenyal patty analog. Hal tersebut karena ketersediaan gugus aktif protein hasil aktivitas protease maupun hidrolisis protein. Proteolisis terjadi selama perkecambahan yang menyebabkan kenaikan luas permukaan protein dan diikuti kenaikan gugus aktif protein yang tersedia (Wang et al., 2024a). Bukti secara tidak langsung kenaikan gugus aktif pada protein seiring lama waktu perkecambahan dapat dilihat melalui hasil WHC berdasarkan umur perkecambahan kacang merah. Kenaikan gugus aktif dari protein kecambah membuat ikatan silang yang terbentuk dengan glukomanan semakin meningkat dan jaringan patty analog semakin kompak dalam menahan tekanan. Ikatan silang yang dimaksud berupa ikatan non kovalen (ikatan hidrogen dan gaya Van der Waals) (Fang et al., 2026) dan interaksi hidrofobik (Lei et al., 2025).

Peningkatan penambahan gum menurunkan kekenyalan terhadap patty berbahan *Phaseolus vulgaris* L. dengan umur perkecambahan 24 jam dan 48 jam. Hal tersebut karena ketersediaan gugus aktif oleh protein kecambah umur kecambah 24 maupun 48 jam hanya mampu mengimbangi gugus aktif glukomanan gum dengan konsentrasi 5% sehingga jumlah ikatan silang yang terbentuk antara glukomanan gum dengan protein kecambah semakin sedikit seiring kenaikan konsentrasi gum. Dampaknya jaringan penunjang patty semakin sedikit sehingga patty mudah berubah bentuk secara permanen ketika diberi tekanan. Sutrisno (2024) menyatakan bahwa semakin sedikit ikatan silang antara glukomanan dengan protein maka semakin sedikit jaringan yang terbentuk. Dampaknya semakin melemah penopangan antar jaringan. Sebaliknya pada gugus aktif protein kecambah kacang merah umur 72 jam mampu mengimbangi gugus aktif glukomanan gum sampai konsentrasi

15% sehingga penambahan konsentrasi gum berbanding lurus terhadap jumlah ikatan silang maupun jaringan yang terbentuk dalam patty. Efeknya, ketahanan terhadap tekanan sampai bentuk bersifat irreversibel atau kekenyalan semakin tinggi. Hasil serupa pada penelitian Zhang et al. (2025), penambahan glukomanan 0,02 g/g menaikkan kekenyalan pada masing-masing adonan tingkatan gluten (lemah, sedang, dan kuat) dari pada masing-masing adonan tingkatan gluten tanpa glukomanan tetapi penambahan konsentrasi glukomanan > 0,02 g/g berdampak penurunan kekenyalan seluruh adonan tingkatan gluten.

KESIMPULAN

Waktu perkecambahan kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.) dan konsentrasi gum kasar biji selasih (*Ocimum basilicum*) memengaruhi karakteristik fisikokimia dan tekstur patty analog. Interaksi kedua faktor berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar karbohidrat, kadar air, kadar abu, *Water Holding Capacity* (WHC), dan kekenyalan. Semakin lama perkecambahan dan semakin tinggi konsentrasi gum, kadar karbohidrat cenderung menurun, sedangkan kadar air, kadar abu, serta WHC meningkat. Waktu perkecambahan yang lebih lama juga meningkatkan kadar dan daya cerna protein serta menurunkan kadar lemak, sementara peningkatan konsentrasi gum menaikkan kadar protein tetapi menurunkan kadar lemak dan daya cerna protein. Perlakuan perkecambahan 72 jam dengan gum 15% menghasilkan kadar air, kadar abu, dan WHC tertinggi serta tekstur paling kenyal. Dengan demikian, kombinasi waktu perkecambahan dan konsentrasi gum dapat digunakan untuk mengatur mutu gizi, kemampuan mengikat air, dan tekstur patty analog, dengan mempertimbangkan bahwa penggunaan gum yang terlalu tinggi dapat menurunkan daya cerna protein.

DAFTAR PUSTAKA

Alonso, R., Aguirre, A., Marzo, F., 2000. Effects of extrusion and traditional processing methods on antinutrients and in vitro digestibility of protein and starch in faba and kidney beans. *Food chemistry* 68(2), 159-165.

Arshad, N., Akhtar, S., Ismail, T., Saeed, W., Qamar, M., Özogul, F., Bartkiene, W., Rocha, J.M., 2023. The comparative effect of lactic acid fermentation and germination on the levels of neurotoxin, anti-nutrients, and nutritional attributes of sweet blue pea (*Lathyrus sativus* L.). *Foods* 12(15), 2851.

<https://doi.org/10.3390/foods12152851>

BSN, 2018. SNI 8503-1995 tentang Burger Daging. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.

Borreani, J., Llorca, E., Larrea, V., Hernando, I., 2016. Adding neutral or anionic hydrocolloids to dairy proteins under in vitro gastric digestion conditions. *Food Hydrocolloids* 57, 169-177. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.01.030>

Bryan, D.D., Classen, H.L., 2020. In vitro methods of assessing protein quality for poultry. *Animals* 10(4), 551. <https://doi.org/10.3390/ani10040551>

Cui, T., Wu, T., Liu, R., Sui, W., Wang, S., Zhang, M., 2019. Effect of degree of konjac glucomannan enzymatic hydrolysis on the physicochemical characteristic of gluten and dough. *ACS omega* 4(6), 9654-9663. <https://doi.org/10.1021/acsomega.9b00061>

Dara, P.K., Geetha, A., Mohanty, U., Raghavankutty, M., Mathew, S., Nagarajao, R.C., Rangasamy, A., 2021. Extraction and characterization of myofibrillar proteins from different meat sources: a comparative study. *Journal of Bioresources and Bioproducts* 6(4), 367-378. <https://doi.org/10.1016/j.jobab.2021.04.004>

Diharjo, D., 2023. Perbedaan skarifikasi dan suhu air perendaman terhadap kemampuan imbibisi pada biji nangka (*Artocarpus heterophyllus* L.). *Spizaetus: Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi* 4(3), 204-210. <https://doi.org/10.55241/spibio.v4i3.168>

- Fang, M., Wang, X., Yao, Y., Ding, W., Ding, B., Wang, X., 2026. Impact of acetylated konjac glucomannan on dough quality and improvement mechanism. *Food Hydrocolloids*, 112701. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2026.112701>
- Fatmawati, A.H., Adawiyah, D.R. and Wulandari, N., 2021. Optimasi formula produk gel oles berbahan dasar biji selasih menggunakan teknik *Response Surface Methodology*. *Agritech: Jurnal Fakultas Teknologi Pertanian UGM* 41(3), 294-304. <https://doi.org/10.22146/agritech.55833>
- Fauzi, M., Herlina, H. and Sholeha, I.M., 2023. Karakteristik fisik dan fungsional tepung labu kuning LA3 Desa Tegalrejo, Kecamatan Tegalsari, Kabupaten Banyuwangi. *AGRITEKNO: Jurnal Teknologi Pertanian* 12(2), 106-114. <https://doi.org/10.30598/jagritekno.2023.12.2.106>
- Gupta, R.K., Gangoliya, S.S., Singh, N.K., 2015. Reduction of phytic acid and enhancement of bioavailable micronutrients in food grains. *Journal of Food Science and Technology* 52(2), 676-684. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-0978-y>
- Hasibuan, S.N., Rosida, Rahmawati, 2024. Karakteristik fisikokimia dan organoleptik sosis tempe siap makan dengan penambahan spirulina platensis dan glukomanan. *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan* 9(6), 8013-8028. <https://doi.org/10.63071/n9hq1068>
- Herawati, N., Gultom, P.M., Riftyan, E., 2024. Formulasi bakso nabati tepung kacang merah dan jamur tiram putih terhadap sifat kimia dan sensoris. *Jurnal Agroindustri Halal* 10(3), 376-386. <https://doi.org/10.30997/jah.v10i3.9857>
- Hilmia, N., Rahmat, D., Edianingsih, P., Faisal, Y., 2022. Komposisi asam lemak pada daging sapi rancak dan peranakan Onggole. *Ziraa'ah Majalah Ilimiah Pertanian* 47(3), 425-431. <https://doi.org/10.31602/zmip.v47i3.8502>
- Hosseini-Parvar, S.H., Matia-Merino, L., Goh, K.K.T., Razavi, S.M.A., Mortazavi, S.A., 2010. Steady shear flow behavior of gum extracted from *Ocimum basilicum* L. seed: Effect of concentration and temperature. *Journal of Food Engineering* 101(3), 236-243. [10.1016/j.jfoodeng.2010.06.025](https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.06.025)
- Hu, Q., Huang, G., Huang, H., 2025. Extraction, structure, activity and application of konjac glucomannan. *Ultrasonics Sonochemistry* 116, 107315. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2025.107315>
- Karangora, G.G., Lalel, H.J., Abidin, Z., Rubak, Y.T., 2021. The effect of germination on nutrition and cyanide acid of several local timor lima beans (*Phaseolus lunatus* L.). *Jurnal Agrisa*, 10(2), 112-120. <https://doi.org/10.35508/agrisa.v10i2.10361>
- Kim, T.K., Yong, H.I., Jung, S., Kim, H.W., Choi, Y.S., 2021. Technologies for the production of meat products with a low sodium chloride content and improved quality characteristics—a review. *Foods* 10(5), 957. <https://doi.org/10.3390/foods10050957>
- Kusnandar, F., Wicaksono, A.T., Firlieyanti, A.S., Purnomo, E.H., 2020. Prospek pengolahan kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.) dalam bentuk tempe bermutu. *Manajemen IKM: Jurnal Manajemen Pengembangan Industri Kecil Menengah* 15(1), 1-9. <https://doi.org/10.29244/mikm.15.1.1-9>
- Lei, S., Zhao, C., Miao, Y., Zhao, H., Fu, X., Peng, C., Gong, J., 2025. Konjac glucomannan: A key ingredient for controlling fibrous structure formation

- in walnut protein and wheat gluten meat analogues during the high-moisture extrusion process. *LWT*, 220, 117588.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2025.117588>
- Maldonado-Alvarado, P., Pavón-Vargas, D.J., Abarca-Robles, J., Valencia-Chamorro, S., Haros, C.M., 2023. Effect of germination on the nutritional properties, phytic acid content, and phytase activity of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). *Foods* 12(2), 389.
<https://doi.org/10.3390/foods12020389>
- More, M.A., Negi, P., Kalsi, R., Kaur, J., Kashyap, P., 2026. Germination-driven enhancements in structural, functional properties, and in vitro digestibility of mung bean protein isolate. *Journal of Food Measurement and Characterization* 20, 1098-1111.
- Ndumuye, E., Langi, T.M., Taroreh, M.I., 2022. Chemical characteristics of muate flour (*Pteridophyta filicinae*) as traditional food for the community of Kimaam island. *Jurnal Agroekoteknologi Terapan* 3(2), 261-268.
<https://doi.org/10.35791/jat.v3i2.44440>
- Pangestuti, E.K., Darmawan, P., 2021. Analysis of ash contents in wheat flour by the gravimetric method: Analisis kadar abu dalam tepung terigu dengan metode gravimetri. *Jurnal Kimia dan Rekayasa* 2(1), 16-21.
<https://doi.org/10.31001/jkireka.v2i1.22>
- Putri, K.A., Aisyah, S., Pratiwi, A., 2025. Pola Kandungan asam fitat pada legum lokal: Implikasi terhadap pangan rendah antinutrisi. *Chemica Isola* 5(2), 45-49.
<https://doi.org/10.17509/ci.v5i2.63285>
- Putri, K.A., 2023. Analisis Kandungan Asam Fitat Tiga Belas Kacang Kacangan (Legum) Menggunakan Instrumen Spektrofotometri UV-Vis. Skripsi. Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Razavi, S.M., Mortazavi, S.A., Matia-Merino, L., Hosseini-Parvar, S.H., Motamedzadegan, A., Khanipour, E., 2009. Optimisation study of gum extraction from Basil seeds (*Ocimum basilicum* L.). *International Journal of Food Science and Technology* 44(9), 1755-1762.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2009.01993.x>
- Riftyan, E., Rahmayani, S., Ayu, D.F., 2025. Karakteristik fisiko kimia dan sensoris patty burger ikan patin dengan bahan pengisi pati jagung. *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 19(1), 93-103.
<https://doi.org/10.21107/agrointek.v19i1.21115>
- Rizvi, Q.U.E.H., Guiné, R.P.F., Ahmed, N., Sheikh, M.A., Sharma, P., Sheikh, I., Yadav, A.N., Kumar, K., 2024. Effects of soaking and germination treatments on the nutritional, anti-nutritional, and bioactive characteristics of adzuki beans (*Vigna angularis* L.) and lima beans (*Phaseolus lunatus* L.). *Foods* 13(9), 1422.
<https://doi.org/10.3390/foods13091422>
- Rohman, A., Irnawati, Windarsih, A., Riswanto, F.D.O., Indrayanto, G., Fadzillah, N.A., Indrayanto, G., Fadzillah, N.A., Riyanto, S., Bakar, N.K.A., 2023. Application of chromatographic and spectroscopic-based methods for analysis of omega-3 (ω -3 FAs) and omega-6 (ω -6 FAs) fatty acids in marine natural products. *Molecules* 28(14), 5524.
<https://doi.org/10.3390/molecules28145524>
- Sanders, L.M., Palacios, O.M., Wilcox, M.L., Maki, K.C., 2024. Beef consumption and cardiovascular disease risk factors: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Current Developments in Nutrition* 8(12), 104500.

- <https://doi.org/10.1016/j.cdnut.2024.104500>
- Shafrina, A.A., Hakiki, R., Sari, R., Ramadhani, Y.N., Nauval, I., 2025. The impact of PBD (plant-based diet) on atherosclerosis biomarkers in the risk and progression of coronary heart disease: A systematic review of randomized controlled trials. *Jurnal Gizi Indonesia (The Indonesian Journal of Nutrition)* 14(1), 19-35. <https://doi.org/10.14710/jgi.14.1.19-35>.
- Sibian, M.S., Riar, C.S., 2023. Effect of germination on chemical composition, antinutritional factors, functional properties and nutritional value of kidney bean (*Phaseolus vulgaris*). *Carpathian Journal of Food Science & Technology* 15(1), 208-219. [10.34302/crpfjst/2023.15.1.15](https://doi.org/10.34302/crpfjst/2023.15.1.15)
- Simorangkir, T.R.S., Dekie, R., Moningka, J., 2017. Pengaruh Konsentrasi Sukrosa Terhadap Karakteristik Permen Jelly Sirsak (*Annona muricata* Linn). *Cocos* 9(3). <https://doi.org/10.35791/cocos.v1i8.1777>
- Srenuja, D., Hema, V., Anand, M.T., Mohan, R.J., Vidyalakshmi, R., 2023a. Kidney bean: Protein's treasure trove and creates avenues for a healthy lifestyle. *Legume Science* 5(3), e193. <https://doi.org/10.1002/leg3.193>
- Srenuja, D., Hema, V., Anand, M.T., Mohan, R.J. and Vidyalakshmi, R., 2023b. Unveiling the germination behavior of kidney beans: Insights into their physicochemical, antinutrients, and functional characteristics in whole and dehusked matrices. *Food Chemistry Advances* 3, 100509. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100509>
- Štreimikytė, P., Keršienė, M., Eisinaitė, V., Jasutienė, I., Lesauskaitė, V., Damulevičienė, G., Knašienė, J., Leskauskaitė, D., 2020. Formulating protein-based beverages for the dysphagia diets of the elderly: viscosity, protein quality, in vitro digestion, and consumers acceptability. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 100(10), 3895-3901. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10431>
- Sudarmadji. S., Haryono, B., Suhardi, 1997. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty, Yogyakarta
- Sutrisno, A., Apriyandi, P.A., 2024. Pengaruh penggantian lemak kakao oleh glukomanan porang dan lesitin terhadap sifat fisik coklat hitam (Dark chocolate). *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 18(1), 159-171. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v18i1.17036>
- Dinani, S.T., Carrillo, M.F.C., Boom, R., van der Goot, A.J., 2023. Quality improvement of plant-based meat alternatives by addition of iota carrageenan to pea protein–wheat gluten blend. *Eur. Food Res. Technol.* 249, 1637–1654. <https://doi.org/10.1007/s00217-023-04244-7>
- Utami, K.P., Nuraini, V., Suhartatik, N., 2024. Formulasi patty burger analog jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*) dan kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L) dengan Beberapa Jenis Pengikat. *Agrobiotek* 1(2), 111-120. <https://doi.org/10.33061/agrobiotek.v1i2.9825>
- Utaminingsih, D.S., Muhtadi., 2021. Analisis kadar glukomanan dan asam oksalat beserta uji aktivitas antioksidan dan antibakteri dari ekstrak etanol umbi iles-iles (*Amorphophallus oncophyllus*). *Prosiding University research Colloquium*, 593-603. <https://repository.urecol.org/index.php/proceeding/article/view/1398>
- Veronica, S., Supriyanti, F.M.T., Nuraini, V.A., 2025. Kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.) sebagai sumber serat dan mineral kalium dalam produksi nugget sapi. *Jurnal Teknologi Pangan* 19(2), 26-40.

- <https://doi.org/10.33005/jtp.v19i2.5403>
- Viana, L., English, M., 2022. The impact of dehulling and germination on the physiochemical, protein solubility and water and oil holding capacities of yellow eye bean (*Phaseolus vulgaris* L.) protein concentrates. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 6, 855788. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.855788>
- Wafi, F.A., Nasifah, D., Sarie, A.A., Amalia, W., Rosita, H.D.A., Harini, N., Anggriani, R., 2024. Karakteristik sensoris dan sifat fisikokimia biskuit MP-ASI dengan substitusi tepung biji nangka dan tepung kacang tunggak. *Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian* 19(2), 31-41. <https://doi.org/10.26623/jtphp.v19i2.8984>
- Wang, X.H., Tai, Z.J., Song, X.J., Li, Z.J., Zhang, D.J., 2024a. Effects of germination on the structure, functional properties, and in vitro digestibility of a black bean (*Glycine max* (L.) Merr.) protein isolate. *Foods* 13(3), 488. <https://doi.org/10.3390/foods13030488>
- Wang, X., Fan, B., Li, Y., Fei, C., Xiong, Y., Li, L., Liu, Y., Tong, L., Huang, Y., Wang, F., 2024b. Effect of germination on the digestion of legume proteins. *Foods* 13(17), 2655. <https://doi.org/10.3390/foods13172655>
- Widyatun, U.N., Ardiyani, E.S., Abduh, S.B. M., Al-Baarri, A.N.M., 2024. Pengaruh penambahan onggok singkong terhadap sifat fisik, kimia, sensori dan kesukaan bakso kacang merah. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia* 16(1), 14-20. <https://doi.org/10.17969/jtipi.v16i1.29116>
- Zhang, X., Peng, R., Tian, Y., Zheng, Y., Liang, Y., Wang, J., 2025. Impacts of konjac glucomannan on the physicochemical and compositional properties of gluten with different strengths. *LWT* 225, 117949. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2025.117949>
- Zhou, D., Barney, J.N., Welbaum, G.E., 2022. Production, composition, and ecological function of sweet-basil-seed mucilage during hydration. *Horticulturae* 8(4), 327. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8040327>