

EFEK PENGOLAHAN KONVENSIONAL PADA KANDUNGAN GIZI DAN ANTI GIZI BIJI PETAI (*Parkia speciosa* Hassk.)

*Effect of Conventional Processing on Nutritional and Anti Nutritional Content of
Petai (Parkia speciosa Hassk.) Seed*

Putri Maharani¹, Umar Santoso¹, Yasmin Aulia Rachma², Aprilia Fitriani^{1,3}, Supriyadi
Supriyadi^{1*}

¹Departemen Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian - Fakultas Teknologi Pertanian -
Universitas Gadjah Mada

Jl. Flora, Bulaksumur, Yogyakarta 55281, Indonesia

²Program Studi Teknologi Hasil Pertanian - Fakultas Teknologi Pertanian -
Universitas 17 Agustus 1945 Semarang

Jl. Bendan Dhuwur, Kecamatan Gajahmungkur, Kota Semarang

³Teknologi Pangan - Fakultas Teknologi Industri - Universitas Ahmad Dahlan

Jl. Ringroad Selatan, Kragilan, Tamanan, Banguntapan, Bantul, Yogyakarta

Penulis Korespondensi, email : suprif248@ugm.ac.id

Disubmit : 26 Januari 2022

Direvisi : 3 Juli 2022

Diterima : 22 Agustus 2022

ABSTRAK

Biji Petai (*Parkia speciosa* Hassk.) merupakan komoditas kacang-kacangan khas Indonesia dengan kandungan protein yang tinggi. Namun, biji Petai juga dikenal mengandung senyawa antigizi asam fitat, tanin dan tripsin *inhibitor* yang dapat menurunkan nilai cerna protein. Proses pengolahan konvensional kukus selama 10 menit, rebus selama 8 menit, dan goreng selama 2 menit dilakukan untuk menurunkan senyawa antigizi dan meningkatkan pencernaan protein biji Petai. Biji Petai yang digunakan untuk analisis adalah biji Petai bubuk yang telah dikeringkan menggunakan *freeze dryer*. Efek proses pengolahan dievaluasi senyawa gizi, antigizi, dan nilai cerna protein *in vitro*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh proses pengolahan kukus, rebus, dan goreng terhadap senyawa gizi (kadar air, protein, lemak, abu, dan karbohidrat), antigizi (asam fitat, tanin, serta tripsin *inhibitor*), dan pencernaan protein *in vitro* pada Petai. Penelitian dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap Satu Faktor, yaitu jenis proses pengolahan. Data diolah dengan *One Way ANOVA* menggunakan aplikasi SPSS 2.1 dengan tingkat kepercayaan 95%, kemudian dilanjutkan uji *Duncan* apabila terdapat beda nyata. Diperoleh hasil bahwa ketiga proses pengolahan tersebut signifikan menurunkan konsentrasi senyawa antigizi asam fitat, tanin, serta tripsin *inhibitor*. Proses perebusan merupakan proses pengolahan terbaik yang dapat menurunkan senyawa antigizi asam fitat sebesar 75%, tanin sebesar 49%, dan tripsin *inhibitor* sebesar 70%. Proses pengolahan kukus dan rebus secara signifikan meningkatkan nilai cerna protein *in vitro*, yaitu masing-masing sebanyak 0,84% dan 2,55%. Temuan ini dapat dijadikan referensi proses pengolahan bagi konsumen biji Petai di Indonesia untuk mendapatkan manfaat asupan protein dari biji Petai dengan maksimal.

Kata kunci: Kukus; Protein *in vitro*; Rebus; Tanin; Tripsin *Inhibitor*

ABSTRACT

Petai seeds (Parkia speciosa Hassk) are a typical Indonesian legume commodity with high protein content. However, Petai seeds are also known to contain anti-nutritional compounds phytic acid, tannins, and tripsin inhibitors that can reduce protein digestibility. The conventional processing process was

steamed for 10 min, boiled for 8 min, and fried for 2 min to reduce antioxidant compounds and increase the protein digestibility of Petai seeds. Petai seeds used for analysis are powdered Petai seeds that have been dried using a freeze dryer. The effects of the processing were evaluated for nutritional compounds, antinutrients, and protein digestibility values *in vitro*. This study aims to determine the effect of steamed, boiled, and fried processing on nutritional compounds (water content, protein, fat, ash, and carbohydrates), antinutrients (phytic acid, tannins, and trypsin inhibitors), and protein digestibility *in vitro* in Petai. The research was conducted with a one-factor completely randomized design, namely the type of processing. The data was processed by One Way ANOVA using the SPSS 2.1 application with a 95% confidence level, then continued with Duncan's test if there was a significant difference. The results showed that the three processing processes significantly reduced the concentration of anti-nutritional compounds phytic acid, tannins, and trypsin inhibitors. The boiling process is the best processing process that can reduce the antioxidant compounds of phytic acid by 75%, tannins by 49%, and trypsin inhibitors by 70%. Steamed and boiled processing significantly increased the protein digestibility *in vitro*, which were 0.84% and 2.55%, respectively. This finding can be used as a reference for the processing process for consumers of Petai seeds in Indonesia to get the maximum benefit of protein intake from Petai seeds

Keywords: Steam; Proteins *in vitro*; Boiled; Tannins; Trypsin Inhibitor

PENDAHULUAN

Biji Petai (*Parkia speciosa* Hassk.) diketahui sebagai kacang-kacangan beraroma khas yang banyak dikonsumsi di Asia Tenggara, termasuk Indonesia, Malaysia, Singapura, Filipina, dan Thailand (Orwa *et al.*, 2009). Komoditas ini diketahui memiliki komponen zat gizi seperti protein, lemak, karbohidrat, mineral, dan beberapa vitamin seperti vitamin C, tiamin (B1), dan vitamin E (Kamisah *et al.*, 2013). Selain diketahui kaya akan zat gizi, biji Petai dikenal akan kadar proteinnya yang tinggi (Linsberger *et al.*, 2013). Bahkan dalam penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dalam 100 g biji Petai terkandung 27,5 g protein (Chhikara *et al.*, 2018). Namun keistimewaan ini juga diikuti daya cerna protein yang rendah (El-Hady *et al.*, 2003). Pada biji Petai ditemui senyawa antigizi yang dapat menurunkan manfaat protein pada tubuh (Martin-Cabrejas *et al.*, 2009; Asikin *et al.*, 2018).

Senyawa antigizi merupakan senyawa yang disintesis pada metabolisme tumbuhan yang dapat menurunkan pemanfaatan gizi seperti protein, vitamin dan mineral bahan pangan jika dikonsumsi (Gemedé dan Ratta, 2014). Beberapa komponen antigizi yang terkandung dalam biji Petai adalah asam fitat, tanin, dan tripsin inhibitor. Asam fitat merupakan bentuk utama penyimpanan fosfat pada biji

legum yang dapat menurunkan pencernaan protein, pati dan mineral karena sifatnya sebagai chelating agent (Hidayat, 2016). Selanjutnya, tanin merupakan metabolit sekunder tumbuhan yang tergolong sebagai antigizi karena dapat menurunkan pencernaan protein dengan membentuk komponen kompleks pada interaksinya dengan protein dan menghambat kinerja enzim-enzim pencernaan (Osunbitan *et al.*, 2015). Tripsin inhibitor adalah senyawa yang tergolong antigizi karena dapat menurunkan aktivitas enzim proteolitik seperti tripsin dan kemotripsin (Li *et al.*, 2017).

Efek toksik dan anti-nutrisi dalam makanan nabati sebagian besar dapat dihilangkan dengan pemberian perlakuan panas seperti perebusan, pengukusan, maupun penggorengan (Hamid *et al.*, 2017). Pada kehidupan sehari-hari, masyarakat Indonesia biasa mengkonsumsi biji Petai secara segar maupun dengan proses pengolahan seperti goreng, rebus, bakar dan kukus. Bongoni *et al.* (2014) pada penelitiannya menyatakan bahwa pengolahan pangan menggunakan panas mampu menghancurkan anti-nutrisi seperti asam fitat, tanin dan tripsin inhibitor dengan signifikan, sehingga dihasilkan peningkatan daya cerna protein secara *in vitro*. Selain itu, berdasarkan penelitian Fitriani *et al.* (2021), proses pengukusan dan perebusan mampu menurunkan senyawa

asam fitat sebesar 1-2 mg/g bahan, tanin 0,003-0,004 mg/g bahan, dan tripsin *inhibitor* 0,227-0,236 TUI/mg bahan serta meningkatkan kadar protein pada biji kabau sebesar 5-12%. Namun belum terdapat penelitian mengenai perlakuan pemberian proses pengolahan kukus, rebus, dan goreng terhadap senyawa antigizi, gizi, dan pencernaan protein secara *in vitro* pada biji Petai. Sehingga penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh proses pengolahan kukus, rebus, dan goreng terhadap senyawa gizi (kadar air, protein, lemak, abu, dan karbohidrat), antigizi (asam fitat, tanin, serta tripsin *inhibitor*), dan pencernaan protein *in vitro* pada Petai.

METODE

Peralatan yang digunakan adalah lain labu Kjeldahl, soxhlet, lemari destruksi, destilator, *moisture analyzer* Ohaus MB90, *Minolta Optics Chroma Meter* CR-400, *universal testing mechine* Zwick/Z.5, dan spektrofotometer genesys 10S UV-Vis. Bahan yang digunakan meliputi biji Petai yang diperoleh dari Pasar Krasak, Salaman, Magelang dengan karakteristik tangkai polong seragam dan utuh. Buffer pH 8, HCl, $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, HNO_3 , amyl alcohol (MERCK-100975), pepsin 1,07 u/g protein (SIGMA-77161), pancreatin 3,56 u/gram protein (SIGMA-P1750), NaOH, Folin-Ciocalteu reagent (SIGMA-F9252), ammonium thiocyanate, trichloroacetic acid (TCA) (MERCK100807). Standar yang digunakan dalam penelitian ini antara lain bovine serum albumin, tannic acid (SIGMA-403040), dan phytic acid (SIGMA-P8810).

Variabel bebas penelitian ini adalah proses pengolahan pangan konvensional meliputi perebusan, pengukusan, dan penggorengan. Perebusan dilakukan pada suhu 100°C dengan durasi perebusan selama 8 menit. Perlakuan suhu yang sama dengan waktu 10 menit dilaksanakan pada metode pengukusan. Metode penggorengan dilakukan dengan metode *shallow frying* pada suhu 150°C selama 2 menit. Pengolahan yang menggunakan media air dengan perbandingan bahan:air

=1:5 (b/v), sedangkan media minyak memiliki perbandingan bahan:minyak =1:0,05 (b/v). Adapun variabel yang diamati dalam penelitian ini meliputi:

1. Penentuan Kandungan Gizi Biji Petai

Kandungan gizi pada biji Petai ditentukan dengan prosedur AOAC (1995). Kadar air, protein, lemak, abu, dan karbohidrat dianalisis menggunakan metode pengeringan oven, mikro-Kjeldahl, ekstraksi soxhlet, pengabuan, dan karbohidrat *by difference* (Yovani, 2022).

2. Penentuan Kandungan Antigizi Biji Petai (asam fitat, tanin, tripsin *inhibitor*)

- a. Pengukuran kadar asam fitat mengacu pada Deliani (2008). Sampel sebanyak 0,5 g disuspensikan dalam 20 ml larutan HNO_3 0,5N. Selanjutnya, diekstraksi selama 4 jam dan disaring. Filtrat diambil 0,5 ml dan dimasukkan dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 0,4 ml aquades serta 1 ml FeCl_3 0,05 M, lalu tabung reaksi ditutup dan direndam dalam air mendidih selama 20 menit. Setelah dingin, ditambahkan 5 ml amil alkohol dan 1 ml ammonium tiosianat, kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 20 menit. Setelah terbentuk dua lapisan, amil alkohol diukur absorbansinya pada panjang gelombang 495 nm. Hasil dibandingkan dengan kurva standar asam fitat. Standar asam fitat dibuat dengan konsentrasi larutan asam fitat yakni 50, 100, 150, dan 200 ppm yang diencerkan dengan pelarut HNO_3 . Kadar asam fitat dinyatakan dalam mg/g bahan kering.
- b. Pengukuran kadar tanin berdasarkan metode Chanwitheesuk *et al.* (2005) dan Helrich (1990) dengan modifikasi. Sebanyak 0,5 g sampel bubuk diekstrak dengan 250 ml akuades pada kondisi air mendidih selama 2 jam. Ekstrak didinginkan dan disaring dengan kertas saring. Satu mililiter ekstrak yang diperoleh ditambah dengan 0,5 ml reagen folin

- ciocalteu dan 2 ml Na_2CO_3 (pembuatan Na_2CO_3 mengacu pada Helrich (1990), selanjutnya divortex dan diinkubasi selama 30 menit pada suhu kamar. Larutan ditera pada 760 nm dengan spektrofotometri *uv-vis*. Kurva standar dibuat dengan menggunakan standar asam tannat pada konsentrasi 0; 0,01; 0,02; 0,04; 0,06; 0,08; dan 0,1 mg/ml yang disiapkan.
- c. Pengukuran aktifitas tripsin *inhibitor* (TI) mengacu pada penelitian Fitriani *et al.* (2021). Sebanyak 1 g sampel diekstrak dengan 0,01 M NaOH. Ekstraksi berlangsung selama 3 jam. Selanjutnya, disentrifugasi selama 20 menit dengan kecepatan 3500 rpm. Sebanyak 2 ml supernatant ditambahkan ke dalam tabung reaksi kemudian ditambahkan 2 ml tripsin serta 5 ml BAPNA. Kemudian, dilakukan inkubasi pada suhu 37°C selama 10 menit. Kemudian ditambahkan 30% asam asetat sebanyak 1 ml. Lalu disaring dengan kertas saring Whatman No.54 dan dibaca absorbansi pada panjang gelombang 410 nm. Larutan blanko dibuat dengan cara 2 ml akuades ditambahkan ke dalam tabung reaksi dan 2 ml tripsin serta 5 ml BAPNA. Kemudian, diinkubasi pada suhu 37°C selama 10 menit. Kemudian ditambahkan 30% asam asetat sebanyak 1 ml. Selanjutnya disaring dengan Whatman No.54 dan dibaca absorbansi pada panjang gelombang 410 nm. Larutan BAPNA yang dibuat dengan cara menimbang 40 mg BAPNA dilarutkan dalam 1 ml dimethyl sulfoxide (DMSO), selanjutnya diencerkan hingga 100 ml dengan 0,05 M tris-buffer pH 8,2. Larutan BAPNA diletakkan pada suhu 37 °C hingga digunakan. Larutan tripsin disiapkan dengan melarutkan 4 mg tripsin dalam 200 ml HCl 0,001 M. Larutan tripsin disimpan dalam ice waterbath. Larutan BAPNA dan tripsin selalu disiapkan pada saat akan melakukan pengukuran aktivitas TI. Larutan BAPNA dijaga kondisi suhu 37 °C

dalam waterbath. TI dinyatakan dalam mg/g bahan.

3. Penentuan Nilai Cerna Protein *In vitro*

Analisa nilai cerna protein dianalisis sesuai dengan prosedur Almeida *et al.* (2015) dengan sedikit modifikasi, dimana sampel sebanyak 250 mg atau 250 ul aquades (untuk kontrol blank) dilarutkan ke dalam 15 ml dari 0,1 mol ekuivalen/L HCl yang mengandung 1,5 mg/ml pepsin. Kemudian diinkubasi selama 3 jam pada suhu 37°C dalam waterbath. Proses hidrolisis pepsin dihentikan melalui netralisasi dengan ditambahkan dengan 7,5 ml dari 0,5 mol/ekuivalen NaOH. Kemudian, proses menggunakan enzim pankreatin. Ditambahkan 10 ml dari 0,2 mol/L *phosphate buffer* (pH 8) yang mengandung 10 mg pankreatik serta 1 ml dari 0,005 mol/L *sodium azide* untuk mencegah pertumbuhan mikroba. Setelah itu, diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Setelah proses hidrolisis pankreatik, ditambahkan 1 ml dari 10 g/100 ml asam trikloroasetat, kemudian disentrifugasi selama 20 menit dengan kecepatan 200 rpm. Diambil supernatant untuk diukur kandungan total protein berdasarkan kandungan N menggunakan metode kjedahl AOAC (AOAC, 1995).

Analisis Data

Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Non Faktorial dengan satu faktor, yaitu metode pengolahan Petai. Data dianalisis dengan aplikasi SPSS 2.1 menggunakan *one way ANOVA*, dan dilanjutkan uji *Duncan's Multiple Range Test* pada tingkat kepercayaan 95% apabila terdapat beda nyata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai Gizi Biji Petai

Nilai gizi biji Petai selama proses pengolahan dapat dilihat pada Tabel 1.

pengujian nilai gizi dilakukan pada biji Petai dengan perlakuan yang menghasilkan sifat fisik yang paling mendekati olahan Petai di beberapa rumah makan. Biji Petai kukus merupakan biji Petai yang diolah dengan pengukusan selama 10 menit, biji Petai rebus merupakan biji Petai yang diolah dengan perebusan selama 8 menit, dan biji Petai goreng merupakan biji Petai yang diolah dengan penggorengan selama 2 menit.

Kadar air

Berdasarkan Tabel 1, dapat dilihat

Tabel 1. Nilai senyawa gizi pada biji Petai hasil pengolahan

Senyawa Gizi	Segar	Rebus	Kukus	Goreng
Kadar air (%wb)	5,34 ± 0,02 ^b	6,09 ± 0,46 ^a	5,53 ± 0,37 ^b	4,94 ± 0,14 ^b
Protein (%db)	28,36 ± 0,26 ^a	29,57 ± 1,23 ^a	29,59 ± 0,3 ^a	24,80 ± 0,19 ^b
Lemak (%db)	26,28 ± 0,24 ^b	26,57 ± 0,11 ^b	26,38 ± 0,11 ^b	40,30 ± 0,14 ^a
Abu (%db)	3,98 ± 0,11 ^a	2,39 ± 0,03 ^d	3,69 ± 0,43 ^b	3,12 ± 0,04 ^c
Karbohidrat (%db)	36,04 ± 0,33 ^a	35,38 ± 1,34 ^a	34,81 ± 1,01 ^a	26,84 ± 0,25 ^b

Perbedaan notasi menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$) pada baris yang sama

Perebusan memiliki kadar air yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan pengukusan. Hal tersebut disebabkan pada proses perebusan menggunakan media air panas sehingga kontak dan penetrasi panas pada Petai lebih besar, sedangkan pengukusan hanya menggunakan media uap panas. Media yang berupa air panas memberikan panas yang menyebabkan struktur jaringan pada Petai menjadi mengembang dan berpori. Hal ini serupa dengan hasil penelitian Sari *et al.* (2018) dimana kadar air pada labu rebus lebih tinggi dari pada labu kukus. Peningkatan kadar air akibat proses perebusan juga terjadi pada sampel Kara Benguk (*Mucuna flagellipes*) dimana semakin lama proses perebusan, kadar air semakin meningkat. Perebusan selama 20 menit mengakibatkan kenaikan kadar air dari 12,14% menjadi 12,30% (Onuegbu *et al.*, 2013).

Kadar protein

Berdasarkan hasil pada Tabel 1, diketahui bahwa terjadi peningkatan pada kadar protein Petai dengan pengolahan perebusan dan pengukusan meskipun peningkatan yang terjadi tidak signifikan secara statistik. Menurut Olanipekun *et al.*

bahwa biji Petai rebus menunjukkan kadar air tertinggi, sedangkan biji Petai goreng menunjukkan kadar air yang paling rendah. Kadar air Petai meningkat dari 5,34% bb pada segar menjadi 6,09% bb selama perebusan 8 menit dan menjadi 5,43% selama pengukusan 10 menit. Peningkatan kadar air tersebut terjadi karena adanya kontak antara bahan pangan dengan air maupun uap air yang berperan sebagai media pengolahan (Wang *et al.*, 2020).

(2015), Peningkatan kadar protein pada proses pengolahan bisa disebabkan oleh terjadinya hidrolisis pada protein molekul besar suatu bahan pangan menjadi protein dengan molekul kecil (peptida) ataupun asam amino. Hidrolisis protein yang terjadi selama pengolahan berbanding lurus dengan peningkatan pencernaan protein sehingga meningkatkan kadar protein dalam bahan (Mittal *et al.*, 2012).

Berbeda dengan proses penggorengan Petai yang dapat menurunkan kadar protein cukup tinggi, hal tersebut diduga akibat dari suhu yang digunakan sangat tinggi dan menyebabkan protein akan rusak. Hal tersebut serupa dengan penelitian Sundari *et al.* (2015) dimana penggorengan dapat menurunkan kadar protein karena sebagian minyak goreng akan menempati rongga-rongga bahan pangan menggantikan posisi air yang menguap sehingga konsentrasi protein persatuan berat bahan menjadi lebih kecil.

Panas atau suhu tinggi juga dapat menyebabkan denaturasi pada struktur protein. Denaturasi adalah suatu perubahan atau modifikasi terhadap struktur sekunder, tersier, dan kuaterner

molekul protein tanpa terjadinya pemecahan ikatan-ikatan kovalen.

Pada proses produksi pangan suhu juga berpengaruh terhadap kecepatan kerusakan suatu bahan atau penurunan mutu. Suhu tinggi yang digunakan pada proses penggorengan inilah yang juga menyebabkan penurunan kandungan protein pada penggorengan biji Petai (Ismed, 2016).

Kadar Abu

Kadar abu dapat diartikan sebagai komponen yang tidak mudah menguap, tetap tinggal dalam pembakaran dan pemijaran senyawa organik. Hasil penelitian terhadap kadar abu disajikan pada Tabel 1. diketahui bahwa terjadi penurunan kadar abu pada biji Petai setelah proses pengolahan konvensional secara berturut-turut dari Petai segar ke Petai rebus, kukus dan goreng yaitu 3,98% menjadi 2,39%, 3,58%, 3,11%. Petai rebus memiliki kadar abu yang paling rendah. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Omenna *et al.* (2016) menunjukkan bahwa perlakuan memasak kacang tunggak secara signifikan mampu menurunkan kadar abu karena adanya proses difusi mineral dalam kacang menuju air yang digunakan dalam perendaman maupun perebusan.

Mineral (abu) merupakan komponen yang mudah larut dalam air atau minyak, terutama minyak yang dipanaskan selama penggorengan (Ismed, 2016). Menurut Bethke dan Jansky (2008) proses perlakuan dengan perebusan selama 10 menit dapat menurunkan beberapa kandungan mineral akibat terjadinya *leaching*. Adanya *leaching* menyebabkan beberapa mineral seperti potasium, zink dan magnesium larut ke dalam media air (Mariod *et al.*, 2012).

Kadar Lemak

Hasil penelitian pada Tabel 1. menunjukkan bahwa Petai segar, rebus dan kukus tidak berbeda nyata secara berturut-turut yaitu 26,28% menjadi 26,57%, 26,37%. Namun peningkatan kadar lemak pada biji Petai setelah mengalami pengolahan penggorengan dengan memiliki perbedaan signifikan 40,29% jika dibandingkan dengan Petai segar. Kenaikan kadar lemak

tertinggi terjadi pada biji Petai goreng, hal ini sesuai dengan hasil penelitian dari (Ismed, 2016), dimana penggorengan pada keripik wortel memiliki kandungan lemak yang cukup tinggi, yaitu berkisar antara 15-20%.

Proses penggorengan menggunakan minyak goreng sebagai media penghantar panas menyebabkan terjadinya proses dehidrasi air pada sampel. Dengan masuknya minyak goreng kedalam bahan pangan, sehingga air menguap dan celah atau pori pori tergantikan oleh minyak goreng. Dengan demikian kandungan lemak pada Petai goreng meningkat. Hal ini dikarenakan proses penggorengan menggunakan minyak goreng sebagai media penghantar panas sehingga terjadi penetrasi minyak goreng kedalam daging itik sehingga air yang terdapat pada daging itik menguap, kemudian celah atau pori-pori yang tadinya berisi air diganti dengan minyak goreng (Nurmala *et al.*, 2014). Oleh karena itu kandungan lemak yang terdapat pada daging itik yang di goreng ini bertambah banyak karena penyerapan minyak goreng tersebut.

Karbohidrat (*By difference*)

Pengukuran kadar karbohidrat didasarkan atas metode *by difference* yang berarti sangat berhubungan dengan kadar komponen gizi lainnya (kadar air, abu, protein dan lemak). Karbohidrat banyak terkandung dalam bahan pangan nabati, baik berupa gula sederhana, heksosa, pentosa maupun karbohidrat dengan molekul yang tinggi seperti pati, pektin, selulosa, dan lignin (Ismed, 2016).

Kadar karbohidrat biji Petai dapat dilihat pada Tabel 1. Biji Petai segar memiliki kadar karbohidrat signifikan tertinggi terhadap kadar karbohidrat biji Petai rebus, kukus dan goreng. Kadar karbohidrat biji Petai segar, rebus, kukus dan goreng secara berurutan yaitu 36,04 %bk, 35,38%bk, 34,71 %bk, dan 26,84 %bk. Penurunan kadar karbohidrat pada biji Petai dimungkinkan karena pada saat proses pengolahan terjadi peluruhan padatan bahan baik yang larut air maupun yang larut lemak. Hasil dari kadar karbohidrat ini sesuai dengan penelitian dari Omenna *et al.* (2016) dimana kacang tunggak hasil perebusan dan pengukusan

secara signifikan lebih rendah dibanding dengan kacang tunggak segar.

Senyawa Anti gizi Biji Petai

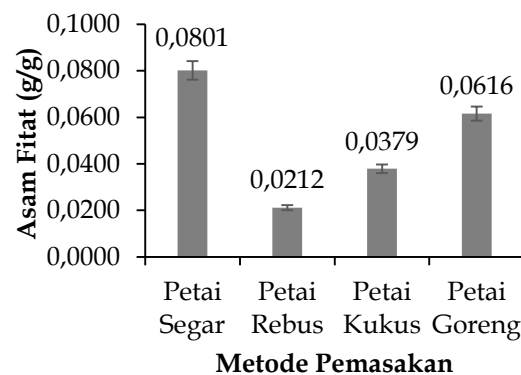
Proses pengolahan biji Petai tidak hanya menyebabkan perubahan pada senyawa gizi namun juga terjadi perubahan pada senyawa antigizi. Senyawa anti gizi merupakan senyawa yang disintesis pada metabolisme tumbuhan yang dapat menurunkan pemanfaatan nutrisi sehingga berpengaruh terhadap pencernaan komponen gizi (Anggrahini, 2007). Proses pengolahan dilakukan sebagai upaya dalam menurunkan senyawa anti gizi yang dapat mencegah rendahnya pencernaan beberapa komponen gizi seperti protein dan mineral (Adeleke *et al.*, 2017). Komponen senyawa anti gizi yang terdapat pada biji Petai diantaranya yaitu asam fitat, tanin, dan tripsin *inhibitor*. Perubahan anti gizi dari biji Petai segar (kontrol) dibandingkan dengan biji Petai yang diberi perlakuan kukus, rebus, dan goreng kemudian diamati penurunan pada tanin, asam fitat, dan tripsin *inhibitor*. Biji Petai hasil pengolahan secara signifikan mampu menurunkan senyawa antigizi.

Asam Fitat

Asam fitat banyak terdapat pada bahan pangan nabati terutama pada jenis legum, sereal, dan kacang-kacangan. Asam fitat dapat menurunkan kelarutan dan pencernaan protein ketika berikatan dengan protein (Mariod *et al.*, 2012). Biji Petai segar mengandung 0,8 asam fitat/g bahan. Proses pengolahan seperti pengukusan, perebusan dan penggorengan mampu menurunkan kadar asam fitat pada Petai. Petai goreng mengandung asam fitat 0,61 g/g bahan, lebih rendah dibandingkan dengan Petai segar. Adapun asam fitat Petai rebus dan kukus masing-masing yaitu 0,21g/g bahan dan 0,38 g/g bahan. Perubahan konsentrasi antigizi Asam Fitat selama proses pengolahan dapat dilihat pada Gambar 1.

Penelitian serupa yang dilakukan oleh Pramita (2008) menunjukkan bahwa proses perendaman, kukus, rebus, dan presto pada berbagai koro bengkok, glinding, dan pedang mampu menurunkan kadar asam fitat mencapai 60–80%. Penurunan kadar asam fitat pada biji Petai

hasil pengolahan dapat terjadi karena sifat dasar asam fitat yang labil terhadap suhu tinggi, sehingga kondisi suhu tinggi pada proses pengukusan, perebusan dan penggorengan menyebabkan kerusakan pada asam fitat (Nzewi dan Egbuonu, 2011). Kerusakan asam fitat karena suhu tinggi disebabkan karena terjadinya hidrolisis asam fitat sehingga merubah komposisi inositol heksafosfat menjadi penta- dan tetrafosfat (Alonso *et al.*, 1998). Pengolahan dengan perebusan dan pengukusan menghasilkan kadar asam fitat biji Petai lebih rendah dibandingkan dengan biji Petai goreng. Hal tersebut dapat dimungkinkan karena asam fitat terlarut dalam media yang digunakan selama proses pengolahan (Osman, 2007; McEwan *et al.*, 2014).

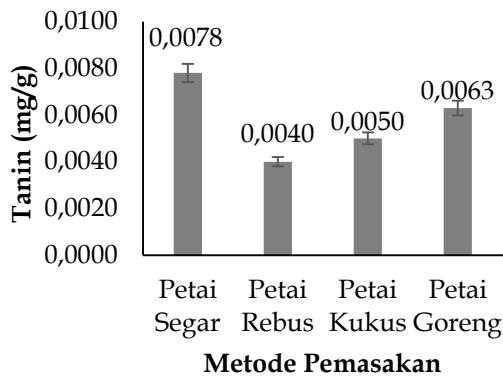


Gambar 1. Perubahan Konsentrasi Antigizi Asam Fitat Selama Proses Pemasakan

Tanin

Proses pengolahan diharapkan mampu menurunkan kadar tanin pada Petai. Perubahan senyawa antigizi tanin selama proses pengolahan konvensional dapat dilihat pada Gambar 2. Kadar tanin proses pengolahan dengan perebusan signifikan (taraf signifikansi 95%) menurunkan kadar tanin biji Petai dari 0,0078 mg/g bahan pada Petai segar menjadi 0,0040 mg/g bahan. Namun, pengukusan dan penggorengan menunjukkan penurunan yang tidak signifikan dibandingkan dengan Petai segar, Petai kukus 0,050 mg/g dan goreng memiliki kadar tanin sebesar 0,0063 mg/g bahan.

Penurunan kadar tanin juga terjadi pada penelitian Harifah (2017) dimana biji lamtoro selama proses perebusan dan pengukusan yang mengalami penurunan sebesar 46%, hal ini terjadi akibat dari sifat tanin yang labil terhadap pemanasan dan mudah larut dalam air sehingga terjadi leaching dan degradasi molekul tanin serta beberapa komponen tanin yang akan larut kedalam media. Menurut Alonso *et al.* (2000), proses pengolahan dengan suhu tinggi mampu merusak molekul tanin serta merubah sifat kimia molekul tersebut, sehingga menurunkan kereaktifannya dan kemampuannya membentuk kompleks yang tidak larut dengan molekul lain. Alonso *et al.*, (1998) menambahkan bahwa suhu yang tinggi pada proses pengolahan dapat menyebabkan kerusakan pada tanin, karena selama proses pengolahan terjadi perubahan struktur molekul tanin secara kualitatif.

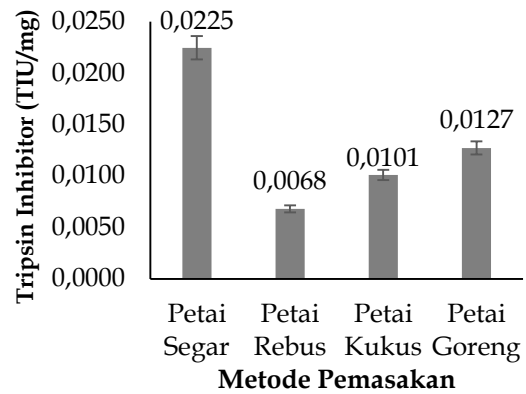


Gambar 2. Perubahan Konsentrasi Antigi Tanin Selama Proses Pemasakan

Tripsin Inhibitor

Perubahan konsentrasi tripsin *inhibitor* pada Petai dengan proses pengolahan konvensional dapat dilihat pada Gambar 3. Berdasarkan tersebut kandungan tripsin *inhibitor* pada sampel segar sebesar 0,0321 TIU/mg bahan; rebus sebesar 0,0115 TIU/mg bahan; kukus sebesar 0,0100 TIU/mg bahan, dan goreng sebesar 0,0137 TIU/mg bahan. Presentase penurunan tripsin *inhibitor* tertinggi terjadi pada Petai rebus sebesar 35,82%. Biji Petai yang diolah segar memiliki kandungan tripsin *inhibitor* yang lebih tinggi dibandingkan dengan biji

Petai rebus, kukus maupun goreng. Hal ini membuktikan bahwa proses pengolahan konvensional dapat mengurai aktivitas tripsin *inhibitor*.



Gambar 3. Perubahan Konsentrasi Antigizi Tripsin *Inhibitor* Selama Proses Pemasakan

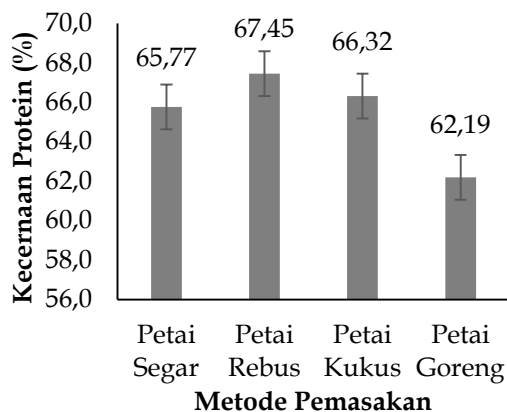
Penurunan aktivitas tripsin *inhibitor* ini serupa dengan penelitian Agrahar-Murugkar dan Jha (2010) dimana proses pengukusan tepung kedelai selama 10 menit serta pengeringan udara panas pada suhu 60 °C dapat menurunkan aktivitas tripsin *inhibitor* sebesar 80%. Merebus dan memanggang juga efektif dalam menurunkan kadar faktor anti nutrisi dalam kacang tunggak, kandungan tripsin *inhibitor* pada sampel kacang tunggak segar sebesar 19,81 TIU/mg bahan turun menjadi 0,33 TIU/mg bahan setelah dilakukan proses berebusan selama 65 menit pada suhu 100 °C (Omenna *et al.*, 2016). Proses pemanasan mampu menurunkan aktivitas tripsin *inhibitor* karena tripsin *inhibitor* memiliki sifat yang labil terhadap pemanasan akibat dari adanya deaminasi pemutusan ikatan kovalen seperti hidrolisis ikatan peptida pada residu asam karboksilat serta rusaknya ikatan disulfida (Alonso *et al.*, 1998).

Kecernaan Protein *In vitro* (IVPD)

Nilai cerna protein dipelajari guna mengetahui seberapa besar protein suatu bahan pangan dapat dicerna dengan baik dalam sistem pencernaan. Kecernaan protein dapat diartikan sebagai efektivitas absorpsi protein oleh tubuh (Asrullah *et al.*,

2012). Hal tersebut berkaitan dengan keberadaan senyawa/komponen lain dalam suatu bahan pangan yang dapat mempengaruhi pencernaan protein. Salah satunya yaitu keberadaan senyawa anti gizi pada bahan pangan, yang umumnya banyak terdapat pada bahan pangan jenis kacang-kacangan.

Selain itu faktor yang mempengaruhi pencernaan protein suatu bahan adalah lama penyimpanan. Pada penelitian Sari *et al.* (2017), yang menyatakan daya cerna protein *in vitro* pada biji Petai tanpa pengolahan dengan penyimpanan suhu kamar terjadi peningkatan dari 66,37% pada penyimpanan hari ke-4 menjadi 70,83% pada hari ke-8. Namun pada penyimpanan biji Petai dengan suhu 15 °C peningkatan nilai cerna tidak berbeda signifikan. Menurut Hejazi *et al.* (2016), terjadi peningkatan nilai daya cerna protein selama pematangan biji amaranth sehingga presentasi nilai cerna tergantung pada lama waktu penyimpanan.



Gambar 4. Perubahan Nilai Kecernaan Protein *In vitro* Selama Proses Pemasakan

Nilai cerna protein biji Petai signifikan meningkat setelah melalui proses pengolahan rebus dan kukus seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4. Namun, proses penggorengan menghasilkan nilai cerna biji Petai terendah (62,19%) dibandingkan dengan biji Petai segar (65,77%). Rendahnya nilai cerna *in vitro* Petai goreng ini diduga akibat kadar protein total Petai setelah digoreng mengalami penurunan yang signifikan jika dibandingkan dengan kadar protein biji

Petai segar.

Proses pengukusan dan perebusan signifikan meningkatkan nilai cerna protein biji Petai, dengan nilai masing-masing yaitu 66,32% dan 67,45%. Peningkatan nilai cerna protein tersebut diduga terjadi akibat proses pengukusan dan perebusan yang mampu merusak struktur senyawa anti gizi seperti tanin dan asam fitat yang mengikat protein menjadi komponen tidak larut, sehingga perebusan dan pengukusan dapat meningkatkan kelarutan protein dan meningkatkan nilai cernanya (Alonso *et al.*, 1998; Alonso *et al.*, 2000; Habiba, 2002). Selain itu, peningkatan nilai cerna protein dari biji Petai dengan perlakuan perebusan dan pengukusan ini menyebabkan asam fitat, tanin dan tripsin *inhibitor* larut pada media air yang berinteraksi dengan protein untuk membentuk kompleks. Proses pengolahan terbukti dapat meningkatkan pencernaan protein dengan menghambat aktifitas enzim protease (Adeleke *et al.*, 2017). Pengukusan dan perebusan juga dapat merusak struktur tripsin *inhibitor* sehingga kemampuannya dalam menghambat aktifitas enzim protease yang bertugas memecah protein biji Petai dapat diinaktivasi (Alonso *et al.*, 1998; Alonso *et al.*, 2000; Habiba, 2002; Krupa-Kozak, 2008). Hal ini sesuai dengan data hasil pengujian senyawa anti gizi, proses perebusan menghasilkan biji Petai dengan tingkat senyawa anti gizi lebih rendah dibandingkan dengan proses pengukusan. Hasil tersebut berbanding lurus dengan nilai cerna protein biji Petai rebus yang menunjukkan hasil signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan pengukusan. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Deng *et al.* (2015) dimana nilai *in vitro* digestibility protein (IVDP) pada buckwheat signifikan meningkat setelah perebusan. Peningkatan tersebut berkisar antara 73,56–78,32%.

Peningkatan IVDP buckwheat berbanding lurus dengan penurunan aktifitas TI dan kadar Tanin karena adanya proses pengolahan dengan suhu tinggi. Selain itu, rusaknya struktur dinding sel karena proses perebusan mampu meningkatkan IVDP pada kabau (Fitriani *et al.*, 2021). Penelitian serupa yang dilakukan

oleh Adeleke *et al.* (2017) menunjukkan bahwa penurunan senyawa anti gizi (asam fitat, tanin, saponin dan TI) berbanding lurus terhadap peningkatan IVDP pada kacang tanah asli Afrika dengan perlakuan perendaman dan perebusan. Perebusan kacang tanah asli Afrika selama 30 menit mampu meningkatkan IVDP dari 68,35% menjadi 89,34%. Hasil penelitian Harifah (2017), daya cerna protein yang diuji secara *in vitro* pada biji lamtoro gung mengalami peningkatan setelah diberi perlakuan perebusan dan pengukusan. Menurut Lehninger (1998), proses pengolahan secara termal mampu mengakibatkan terjadinya denaturasi protein yang menyebabkan susunan tiga dimensi molekul protein menjadi struktur yang acak. Dengan terbukanya lipatan protein menjadikan enzim pencernaan lebih mudah untuk menghidrolisis dan memecah protein menjadi monomer-monomer.

SIMPULAN

Seluruh proses pengolahan berhasil menurunkan senyawa antigizi tanin, asam fitat dan tripsin *inhibitor* pada biji Petai dengan signifikan. Metode perebusan menjadi metode yang paling tinggi dalam menurunkan antigizi yaitu pada asam fitat sebesar 75%, tanin sebesar 49%, dan tripsin *inhibitor* sebesar 70%. Metode perebusan menjadi metode yang paling baik dalam mempertahankan komponen gizi biji Petai dan meningkatkan nilai cerna protein *in vitro* biji Petai. Peningkatan nilai cerna protein *in vitro* biji Petai sebesar 2,55%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia yang telah mendanai penelitian ini melalui skema Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi (PTUPT) 2020. Penelitian ini adalah bagian dari penelitian yang berjudul "Peptida Bioaktif dari Indigenous Indonesian Stinky Bean Sebagai Sumber ACE *Inhibitor* untuk Menekan Penyakit Hipertensi" dengan nomor

2897/UN.1.DITLIT/DIT-LIT/PT/2020.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeleke, O, -R., Adiamo, O, -Q., Fawale, O, -S., Olamiti, -G., 2017. Effect of processing methods on antinutrients and oligosaccharides contents and protein digestibility of the flours of two newly developed bambara groundnut cultivars. *International Food Research Journal*. 24(5), 1948-1955. [http://www.ifrj.upm.edu.my/24%20\(05\)%202017/\(15\).pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/24%20(05)%202017/(15).pdf)
- Agrahar-Murugkar, -D., Jha, -K., 2010. Effect of drying on nutritional and functional quality and electrophoretic pattern of soyflour from sprouted soybean (*Glycine max*). *Journal Food Science Technology*. 47(5), 482-487. <https://doi.org/10.1007/s13197-010-0082-5>
- Almeida, C, -C., Monteiro, M, L, -G., Costa-Lima, B, R, -C., Alvares, T, -S., Conte-Junior, C, -A., 2015. *In vitro* digestibility of commercial whey protein supplements. *LWT - Food Science and Technology*. 61(1), 7-11. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.11.038>
- 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. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(99\)00169-7](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(99)00169-7)
- Alonso, -R., Orue, -E., Marzo, -F., 1998. Effects of extrusion and conventional processing methods on protein and antinutritional factor content in pea seeds. *Food Chemistry*. 63(4), 505-512. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00037-5](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00037-5)
- Anggrahini, -S., 2007. Pengaruh lama pengecambahan terhadap kandungan α -tokoferol dan senyawa proksimat kecambah kacang hijau (*Phaseolus radiatus* L.). *AGRITECH*. 27(4), 152-157.

- <https://doi.org/10.22146/agritech.9850>
- Asikin, -Y., Kusumiyati, Taira, -E., Wada, -K., 2018. Alterations in the morphological, sugar composition, and volatile flavor properties of Petai (*Parkia speciosa* Hassk.) seed during ripening. *Food Research International*. 106, 647-653. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.01.044>
- Asrullah, -M., Mathar, A, -H., Jafar, C, -N., Fatimah., 2012. Denaturasi dan daya cerna protein pada proses pengolahan lawa bale (makanan tradisional Sulawesi Selatan). *Media Gizi Masyarakat Indonesia*. 1(2), 84-90. <https://www.e-jurnal.com/2014/11/denaturasi-dan-daya-cerna-protein-pada.html>
- Association of Official Analytical Chemist (AOAC). 1995. Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemist. AOAC International, Virginia USA
- Bethke, P, -C., Jansky, S, -H., 2008. The effects of boiling and leaching on the content of potassium and other minerals in potatoes. *Journal of Food Science*. 75(5), 80-85. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2008.00782.x>
- Bongoni, -R., Verkerk, -R., Steenbekkers, -B., Dekker, -M., Stieger, -M., 2014. Evaluation of different cooking conditions on broccoli (*Brassica oleracea var. italica*) to improve the nutritional value and consumer acceptance. *Plant Foods Human Nutrition*. 69(3), 228-234. <https://doi.org/10.1007/s11130-014-0420-2>
- Chanwitheesuk, -A., Teerawutgulrag, -A., Rakariyatham, -N., 2005. Screening of antioxidant activity and antioxidant compounds of some edible plants of Thailand. *Food Chemistry*. 92(3), 491-497. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.07.035>
- Chhikara, -N., Devi, H, -R., Jaglan, -S., Sharma, -P., Gupta, -P., Panghal, -A., 2018. Bioactive compounds, food applications and health benefits of *Parkia speciosa* (stinky beans). *Agriculture & Food Security*. 7(46), 1-9. <https://doi.org/10.1186/s40066-018-0197-x>
- Deliani. 2008. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Protein, Lemak, Komposisi Asam Lemak dan Asam Fitat pada Pembuatan Tempe. Tesis. Universitas Sumatera Utara. Medan
- Deng, -Y., Padilla-Zakour, -O., Zhao, -Y., Tao, S., 2015. Influences of high hydrostatic pressure, microwave heating, and boiling on chemical compositions, antinutritional factors, fatty acids, *in vitro* protein digestibility, and microstructure of buckwheat. *Food and Bioprocess Technology*. 8(11), 2235-2245. <https://doi.org/10.1007/s11947-015-1578-9>.
- El-Adawy, T, -A., 2002. Nutritional composition and antinutritional factors of chickpeas (*Cicer arietinum* L.) undergoing different cooking methods and germination. *Plant Food for Human Nutrition*. 57, 83-97. <https://doi.org/10.1023/a:1013189620528>
- El-Hady, E, A, -A., Habiba, R, -A., 2003. Effect of soaking and extrusion conditions on antinutrients and protein digestibility of legume seeds. *LWT-Food Science and Technology*. 36 (3), 285-293. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(02\)00217-7](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(02)00217-7)
- Fitriani, -A., Santoso, -U., Supriyadi, -S., 2021. Conventional processing affects nutritional and antinutritional components and *in vitro* protein digestibility in Kabau (*Archidendron bubalinum*). *International Journal of Food Science*. 2021, 1-8. <https://doi.org/10.1155/2021/3057805>
- Gemedé, H, -F., Ratta, -N., 2014. Antinutritional factors in plant foods: Potential health benefits and adverse effects. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*. 3(4), 284-289.

- Habiba, R, -A. 2002. Changes in anti-nutrients, protein solubility, digestibility, and HCl-extractability of ash and phosphorus in vegetable peas as affected by cooking methods. *Food Chemistry*. 77(2), 187-192.
[https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(01\)00335-1](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(01)00335-1)
- Hamid, Thakur, N, -S., Khumar, P., 2017. Anti-nutritional factors, their adverse effects and need for adequate processing to reduce them in food. *AgricINTERNATIONAL*. 4(1), 56-60.
<https://doi.org/10.5958/2454-8634.2017.00013.4>
- Harifah, CS. 2017. Perubahan Perubahan Zat Gizi serta Nilai Cerna Protein secara *In vitro* serta Profil Asam Amino Biji Lamtoro Gung (*Leucaena Leucocephala*) Kukus dan Rebus. Tesis. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Hejazi, S, -N., Orsat, -V., Azadi, -B., Kubow, -S. 2016. Improvement of the *in vitro* protein digestibility of amaranth grain through optimization of the malting process. *Journal of Cereal Science*. 68, 59-65.
<https://doi.org/10.1016/j.jcs.2015.11.007>
- Helrich, K. 1990. *Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemistry*. AOAC, Washington DC.
- Hidayat, -C., 2016. Pemanfaatan fitase sebagai upaya penanggulangan asam fitat dalam ransum ayam pedaging. *Wartazoa*. 26(2), 57-68.
<http://dx.doi.org/10.14334/wartazoa.v26i2.1178>
- Ismed. 2016. Analisis proksimat keripik wortel (*Daucus carota* L.) pada suhu dan lama penggorengan yang berbeda menggunakan mesin vacuum frying. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*. 20(2), 25-32.
<https://doi.org/10.25077/jtpa.20.2.25-32.2016>
- Kamisah, -Y., Othman, -F., Qodriyah, M, -S., Jaarin, -K., 2013. *Parkia speciosa* hassk.: A potential phytomedicine. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2013, 1-9.
<https://doi.org/10.1155/2013/709028>
- Krupa-Kozak, -U., 2008. Main nutritional and antinutritional compounds of bean seeds - A review. *Polish Journal of Food and Nutrition Science*. 58(2), 149-155.
- Lehninger, AL. 1998. *Dasar-Dasar Biokimia*. Pustaka Sinar Harapan, Jakarta
- Li, -J., Xiang, -Q., Liu, -X., Ding, -T., Zhang, -X., Zhai, -Y., Bai, -Y., 2017. Inactivation of soybean trypsin inhibitor by dielectric-barrier discharge (DBD) plasma. *Food Chemistry*. 232, 515-522.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.03.167>
- Linsberger-Martin, -G., Weiglhofer, -K., Phuong, T, P, -T., Berghofer, -E., 2013. High hydrostatic pressure influences antinutritional factors and *in vitro* protein digestibility of split peas and whole white beans. *LWT-Food Science and Technology*. 51(1), 331-336.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.11.008>
- Mariod, A, -A., Ahmed, S, -Y., Abdelwahab, S, -I., Cheng, S, -F., Eltom, A, -M., Yagoub, S, -A., Gouk, S, -W., 2012. Effects of roasting and boiling on the chemical composition, amino acids and oil stability of safflower seeds. *International Journal of Food Science and Technology*. 31(1), 1-7.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.03028.x>
- Martin-Cabrejas, M, -A., Aguilera, -Y., Pedrosa, M, -M., Cuadrado, -C., Hernandez, -T., Diaz, -S., Esteban, R, -M., 2009. The impact of dehydration process on antinutrients and protein digestibility of some legume flours. *Food Chemistry*. 144(3), 1063-1068.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.10.070>
- McEwan, -R., Shangase, F, -N., Djarova, -T., Opoku, A, -R., 2014. Effect of three processing methods on some nutrient and anti-nutrient factor constituent of *Colocasia esculata* (Amadumbe). *African Journal of Food*

- Science. 8(5), 286-291.
<https://doi.org/10.5897/AJFS2013.1139>
- Mittal, -R., Nagi, H, P, -S., Sharma, -P., Sharma, -S., 2012. Effect of processing on chemical composition and antinutritional factors in chickpea flour. *Journal of Food Science and Engineering*. 2, 180-186.
<https://doi.org/10.17265/2159-5828/2012.03.008>
- Nurmala, -I., Rachmawan, -O., Suryaningsih, -L., 2014. Pengaruh metode pemasakan terhadap komposisi kimia daging itik jantan hasil budidaya secara intensif. *Jurnal Universitas Padjajaran*. 3(2), 1-10.
<http://jurnal.unpad.ac.id/ejournal/article/view/3623>
- Nzewi, -D., Egbuonu, A, C, -C., 2011. Effect of boiling and roasting on the proximate properties of asparagus bean (*Vigna sesquipedalis*). *African Journal of Biotechnology*. 10(54), 11239-11244.
<https://doi.org/10.5897/AJB11.452>
- Olanipekun, B, -F., Otunola, E, -T., Oyelade, O, -J., 2015. Effect of fermentation on antinutritional factors and *in vitro* protein digestibility of bambara nut (*Voandzeia subterranean* L.). *Food Science and Quality Management*. 39, 96-110.
<https://core.ac.uk/download/pdf/234684038.pdf>
- Omenna, E, -C., Olanipekun, O, -T., Kolade, R, -O., 2016. Effect of boiling, pressure cooking and germination on the nutritional and antinutrients content of cowpea (*Vigna unguiculata*). *ISABB Journal of Food and Agriculture Science*. 6(1), 1-8.
<https://doi.org/10.5897/ISABB-JFAS2016.0036>
- Onuegbu, N, -C., Nworah, K, -O., Essien, P, -E., Nwosu, J, -N., Ojukwu, -M., 2013. Proximate, functional and anti-nutritional properties of boiled proximate, functional and anti-nutritional properties of boiled ukpo seed (*Mucuna flagellipes*) flour. *Nigerian Food Journal*. 31(1), 1-5.
[https://doi.org/10.1016/S0189-7241\(15\)30049-7](https://doi.org/10.1016/S0189-7241(15)30049-7)
- Orwa, C, Mutua, A, Kindt, R, Jamnadass, R, Simons, A. 2009. *Agroforestry Database: A Tree Reference and Selection Guide Version 4*. World Agroforestry
- Osman, M, -A., 2007. Effect of different processing methods on nutrient composition, antinutritional factors, and *in vitro* protein digestibility of dolichos lablab bean [*Lablab purpureus* (L) sweet]. *Pakistan Journal of Nutrition*. 6(4), 299-303.
<https://doi.org/10.3923/pjn.2007.299.303>
- Osunbitan, S, -O., Taiwo, K, -A., Gbadamosi, S, -O., 2015. Effects of different processing methods on the anti-nutrient contents in two improved varieties of cowpea. *American Journal of Research Communication*. 3(4), 74-87.
http://www.usa-journals.com/wp-content/uploads/2015/03/Osunbitan_Vol34.pdf
- Pramita, D, S, 2008. Pengaruh Teknik Pemanasan Terhadap Kadar Asam Fitat dan Aktivitas Koro Benguk (*Mucuna Prurens*), Koro Glinding (*Phaseolus Lunatus*), dan Koro Pedang (*Canavallia Ensiformis*). Skripsi. Universitas Sebelas Maret. Surakarta
- Sari, F, K, Supriyadi, Santoso, U. 2017. Perubahan Komponen Rasa dan Kecernaan Protein Petai (*Parkia speciosa* Hassk) Selama Penyimpanan Pada Suhu Kamar dan Suhu 15°C. Tesis. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Sari, N, -P., Putri, W, D, -R., 2018. Pengaruh lama penyimpanan dan metode pemasakan terhadap karakteristik fisikokimia labu kuning (*Cucurbita moschata*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 6(1): 17-27.
<https://doi.org/10.21776/ub.jp.a.2018.006.01.3>
- Sundari, -D., Almasyhuri, Lamid, -A., 2015. Pengaruh proses pemasakan terhadap komposisi zat gizi bahan pangan sumber protein. *Media Litbangkes*. 25(4), 235-242.

- <http://ejournal.litbang.kemkes.go.id/index.php/MPK/article/view/4590/0>
- Wang, Y, -H., Zhang, Y, -R., Xu, -F., Zhang, -Y, -L., 2020. Effect of boiling and steaming on the surface tackiness of frozen cooked noodles. *LWT-Food Science and Technology*. 130, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109747>
- Yovani , T., Wangrimen, G.H., Fitriani, A., 2022. Characterization of Ganyong (*Canna discolor*) and Cowpea (*Vigna unguiculata*) Flour Affected by Heat Moisture Treatment. *Journal of Agri-Food Science and Technology*. 3(1), 28-35. <https://doi.org/10.12928/jafost.v3i1.6504>