



Efek berbagai *pretreatment* koro pedang kupas terhadap kadar HCN, proksimat dan karakteristik fisik tepung koro pedang (*Canavalia ensiformis*)

Rohani Islami, Endang Prangdimurti*, Tjahja Muhandri, Dede Robiatul Adawiyah

Ilmu dan Teknologi Pangan, Institut Pertanian Bogor, Bogor, Indonesia

Article history

Diterima:

9 Desember 2023

Diperbaiki:

26 Januari 2024

Disetujui:

5 Maret 2024

Keyword

Flour;

HCN;

jack bean;

Pretreatment.

ABSTRACT

Jack bean is one of the alternative protein sources, with a protein content of 27.4% on a dry basis. The production of jack beans in Indonesia reached 12 tons/ha, with an average of 7 tons/ha. The utilization of jack bean for food was not optimal because it contained cyanide acid (HCN). For optimal utilization, jack bean must be transformed into low-HCN jack bean flour. HCN levels could be reduced to safe limits through food processing, namely by soaking and thermal treatment. The purpose of this research was to study the effect of jack bean pretreatment (no soaking, water soaking, or NaHCO₃ soaking) followed by heat treatment (boiling or roasting) on HCN levels, proximate content, and physical characteristics of jack bean flour. Peeled jack bean is given a soaking treatment (without soaking, soaked in water for 24 hours, and soaked for 24 hours in NaHCO₃ 1%), followed by boiling for 60 minutes or roasting for 30 minutes, then dried and ground. The jack bean flours is analyzed for HCN content, water content, ash content, fat content, protein content, and carbohydrate content, as well as the degree of whiteness and a_w . This study showed that soaking treatment for 24 hours followed by boiling for 1 hour could reduce HCN levels to 4 mg/Kg, but roasting treatment could increase HCN levels in jack bean flour compared to the control. Pretreatment had a significant effect on water content, ash content, and fat content, while protein and carbohydrate levels had no significant effect. There was no difference in the degree of whiteness except for the roasting treatment, while the water activity decreased significantly in the range of 0.2-0.5 and lower than without treatment



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

* Penulis korespondensi

Email : prangdimurti@apps.ipb.ac.id

DOI 10.21107/agrointek.v19i1.23405

PENDAHULUAN

Koro pedang mengandung 27,4% protein basis kering (Uadia 2017), dan berpotensi sebagai sumber protein (BPOM 2022). Koro pedang mudah tumbuh dan dapat dipadukan dengan berbagai jenis tanaman seperti ubi kayu, jagung, sengo, kopi maupun kakao sehingga dapat menjadi pangan alternatif dalam jangka panjang. Produksi koro pedang rata-rata 7 ton/ha di Indonesia. Koro pedang mudah ditanam dan menunjukkan produktivitas tinggi di daerah dataran rendah serta daerah dengan suhu dan kelembapan tinggi (Doss *et al.* 2011). Kacang koro pedang dapat diolah menjadi berbagai produk pangan jadi maupun setengah jadi salah satunya dalam bentuk tepung (Abbafati *et al.* 2020).

Budidaya koro pedang dapat mendukung program ketahanan pangan di Indonesia. Sampai saat ini koro pedang belum banyak digunakan sebagai bahan makanan manusia karena mengandung asam sianida (HCN) (Okomoda *et al.* 2016). Asam sianida pada tanaman terdapat dalam bentuk glikosida sianogenik, seperti linamarin, lotaustralin, amygladin dan lainnya (Mushollaeni *et al.* 2019). Glikosida sianogenik merupakan senyawa yang terdapat pada bahan pangan nabati yang dapat menjadi racun jika terurai dan melepaskan asam sianida (HCN). Molekul CN dapat terlepas jika pangan dihancurkan, dikunyah, diiris atau dirusak (Jiang *et al.* 2010; Mushollaeni *et al.* 2019; Smiley and Morrison 2020) yang disebabkan karena terjadinya hidrolisis glikosida sianogenik oleh enzim β -glikosidase. Hidrolisis enzim akan menghasilkan asam sianida bebas. Enzim glikosidase tidak tahan terhadap suhu tinggi dan akan bekerja lebih baik di suhu rendah (Møller 2010; Mudder *et al.* 1991).

Asam sianida berbahaya bagi kesehatan, terutama pada sistem pernapasan, hal ini disebabkan adanya keterikatan senyawa HCN dengan hemoglobin darah. Asam sianida jika dikonsumsi lebih dari 50 ppm dapat menjadi racun, karena melebihi ambang batas yang dapat ditolerir oleh tubuh manusia. Dosis oral HCN yang fatal adalah 0,5 hingga 3,5 mg/kg berat badan (Bhattacharya and Flora 2009). Gejala keracunan asam sianida meliputi pernapasan cepat, tekanan darah menurun, denyut nadi cepat, pusing, sakit kepala, sakit perut, muntah, diare dan kejang (Dhas *et al.* 2011; Food Standards

Australia New Zealand 2005; Mushollaeni *et al.* 2019).

Asam sianida dapat diturunkan jumlahnya hingga batas aman melalui proses pengolahan pangan yaitu dengan cara perendaman diikuti perlakuan termal (Mushollaeni *et al.* 2019). Upaya penurunan kadar asam sianida dapat dilakukan dengan perendaman dalam air maupun perendaman dalam suasana basa dengan penambahan natrium bikarbonat. Perendaman suasana basa dapat melunakkan dinding kacang koro dan proses hidrolisis menjadi lebih mudah (Irzam and Harijono 2014; Mudder *et al.* 1991). Selain itu perlakuan termal seperti perebusan maupun penyangraian dapat menurunkan kadar sianida (Tiamiyu *et al.* 2015). Tujuan pada penelitian ini yaitu mempelajari pengaruh *pretreatment* koro pedang (tanpa direndam, direndam air, atau direndam NaHCO_3) yang diikuti perlakuan panas (perebusan atau penyangraian) terhadap kadar asam sianida, kandungan proksimat dan karakteristik fisik tepung koro pedang.

METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari - Juni 2023. Tempat pelaksanaan di Laboratorium lingkungan Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, IPB.

Bahan dan Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu oven pengering, peralatan gelas kimia, neraca analitik digital (Kern & Sohn gmba Jerman), soxhlet, tanur, pipet volume, labu Kjeldahl, perangkat pendingin balik, buret, *fluidized bed dryer*, desikator, *waterbath*, spektrofotometer UV-Vis (UV mini-1240, Shimadzu, Japan), sentrifus (Centrifuge 5810 R, Eppendorf), *abrasive peeler*, *miller machine* (Formac), ayakan 80 mesh, wajan, panci, sendok, labu takar, tabung reaksi, gelas ukur, *icebath*, a_w meter Aqualab 4TE (METER Group Inc., Amerika Serikat), dan whiteness meter (KETT Digital Model C-100)

Bahan yang digunakan yaitu koro pedang varietas lokal Indonesia dari Ponorogo. Bahan yang digunakan untuk analisis kimia yaitu K_2SO_4 , HgO , H_3BO_3 , Na_2SO_4 , heksana, buffer fosfat, asam fosfat, standar sianida, *Chloramin-T*, piridin-

asam barbiturate, asam sulfat, HCl, NaOH, aseton, akuades, kapas dan aluminium foil.

Persiapan Bahan Baku

Koro pedang utuh direbus selama 5 menit dan ditiriskan. Koro pedang dimasukkan ke dalam alat pengupas kulit yaitu *abrasive peeler* selama 60 detik, kemudian diberikan 7 perlakuan dengan keterangan tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1 Daftar perlakuan dan kodifikasi

Kode	Deskripsi
TK	Tanpa perlakuan (kontrol)
TS	Sangrai 30 menit
TR	Rebus 60 menit
TAS	Rendam air 24 jam + sangrai 30 menit
TAR	Rendam air 24 jam + rebus 60 menit
TBS	Rendam NaHCO ₃ 1% 24 jam + sangrai 30 menit
TBR	Rendam NaHCO ₃ 1% 24 jam + rebus 60 menit

Sebelum diberi perlakuan pemanasan (perebusan atau penyangraian), koro pedang dicuci dan ditiriskan terlebih dahulu. Koro pedang yang telah diberikan perlakuan dikecilkan ukurannya dengan grinder. Grit koro pedang dikeringkan dengan statik *fluidized bed dryer*. Koro pedang digiling menggunakan *miller machine* dan diayak menggunakan ayakan berukuran 80 mesh (Puspitojati *et al.* 2019; Rosida *et al.* 2020). Tepung koro pedang selanjutnya dianalisis karakteristik kimianya meliputi proksimat (air, abu, protein, lemak dan karbohidrat) (AOAC 2012) dan kadar sianida, serta karakteristik fisik yang meliputi aktivitas air dan derajat putih.

Analisis kadar asam sianida (Sharma and Thibert 1985 SNI 6989.77 2011)

Persiapan standar

Sebanyak 1,6 g NaOH dan 2,51 g KCN dimasukkan ke dalam labu ukur 1000 ml. Aquabides ditambahkan sampai tanda tera. Standarisasi larutan induk sebanyak 25 ml dengan AgNO₃ sebagai titran. Larutan induk sianida dipipet 10 ml dan dimasukkan ke dalam labu takar 100 ml dan ditambahkan NaOH 0,16% hingga tanda tera. Indikator p-dimethyl aminobenzal-rhodanine ditambahkan sebanyak 0,5 ml. Sampel dititrasi dengan AgNO₃ sampai berubah warna kuning menjadi merah kekuningan. Kemudian

dilakukan perhitungan kadar sianida menggunakan Persamaan (1).

$$CN = \frac{(A - B) \times N \times BST}{V} \times 10^3 \quad (1)$$

keterangan,

- CN = Kadar CN (mg CN/l)
- A = Volume AgNO₃ pada larutan induk (ml)
- B = Volume AgNO₃ pada blanko (ml)
- BST = Bobot CN (52,04), dimana 1 mol AgNO₃ bereaksi dengan 2 mol CN (BM = 26,02)
- N = Normalitas AgNO₃
- V = Volume larutan induk sianida

Destilasi larutan uji

Larutan uji (500 ml) dimasukkan ke dalam labu destilasi (1000 ml) dan ditambahkan 10 butir batu didih. Sebanyak 10 ml NaOH 1 N dan 50 mg PbCO₃. Pompa vakum diatur dengan 1-2 gelembung/detik. Asam sulfamat (2 g) ditambahkan ke dalam labu destilasi melalui corong dan disiram aquabides. Selanjutnya, H₂SO₄ 1:1 (50 ml) dan larutan MgCl₂ (20 ml) ditambahkan melalui corong. Labu destilasi dipanaskan dengan refluks 40-50 tetes/menit selama minimal 1 jam. Pemanasan dihentikan jika hasil distilat tidak lebih dari 225 ml, kemudian didinginkan dan ditepatkan hingga 250 ml. Larutan siap untuk diukur kadar sianida total.

Total sianida

Larutan induk sianida dipipet 10 ml ditambahkan pengencer NaOH 0,16% dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml. Sampel dipipet sebanyak 2 ml dan ditambahkan sebanyak 40 ml ke dalam labu ukur 50 ml. Sebanyak 1 ml bufer asetat ditambahkan dan dihomogenkan. Hasil ekstraksi sampel direaksikan dengan 2 ml kloramin-T dan didiamkan selama 2 menit. Sebanyak 5 ml larutan asam barbiturat-piridin ditambahkan. Aquabides ditepatkan hingga tanda tera. Larutan tersebut diinkubasi selama 8 menit hingga membentuk kompleks berwarna yang stabil. Setelah itu, pembacaan dengan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 575nm dan dilakukan perhitungan total HCN menggunakan Persamaan (2).

$$HCN = \frac{C \times 50 \times 250}{500 \times V} \quad (2)$$

keterangan,

HCN	=	Total HCN (mgCN-/L)
C	=	kadar sianida contoh uji yang diperoleh dari kurva kalibrasi (mg/l)
V	=	Volume uji yang diambil untuk analisis (ml)
50	=	Labu ukur yang digunakan untuk analisis
250	=	volume distilat
500	=	volume contoh uji yang digunakan untuk distilasi

Rancangan percobaan

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap, kacang koro pedang 1 varietas dengan berbagai perlakuan. Setiap percobaan dilakukan minimal 2 ulangan. Hasil yang diperoleh dari karakteristik fisik dan kimia ditabulasi dan dianalisis dengan Anova (*Analysis Of Varian*) menggunakan SPSS. Jika terdapat perbedaan antar perlakuan maka dilakukan uji lanjut Duncan pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Total HCN

Kacang koro pedang mengandung zat beracun yaitu glikosida sianogenik yang dapat berubah bentuk menjadi asam sianida yang bersifat toksik. Penurunan kadar asam sianida pada pangan dapat dilakukan dengan berbagai perlakuan *pretreatment* serta proses pengolahan menggunakan panas (Okomoda *et al.* 2016). Hasil yang diperoleh pada Tabel 2 pada tepung kacang koro pedang tanpa perlakuan memiliki kandungan HCN sebesar 50,87 mg/kg. Tepung kacang koro pedang yang melalui proses penyangraian memiliki kadar HCN yang lebih tinggi dari tanpa perlakuan dengan nilai 90,26 mg/kg. Tepung koro pedang dengan kadar HCN yang tinggi menunjukkan kandungan glikosida sianogenik yang masih tinggi. Kandungan glikosida sianogenik yang masih tinggi jika tertelan akan berbahaya karena ketika proses pencernaan di usus akan dihidrolisis dengan enzim β -glukosidase yang dihasilkan oleh mikroflora usus. Hidrolisis enzim akan menghasilkan aglikon selanjutnya akan terpecah lagi menghasilkan HCN (Dabek *et al.*, 2008). Tepung koro pedang sangrai yang telah melalui proses pengecilan ukuran dengan cara

penghancuran dapat menyebabkan substrat akan terhidrolisis enzim dan menghasilkan asam sianida (Acevedo *et al.* 2017; Bhalla *et al.* 2017; Bolarinwa *et al.* 2014; Smiley and Morrison 2020). Walaupun sianida dapat diturunkan jumlahnya dengan proses termal namun pada penyangraian merupakan proses pengolahan pangan kering maka tidak ada media cair untuk larutnya HCN. Sedangkan pada perlakuan perebusan selama 1 jam dapat menurunkan kadar HCN menjadi 26,95 mg/Kg (Junior *et al.* 2019) karena proses perebusan dapat melarutkan HCN (Mushollaeni *et al.* 2019) serta perebusan dapat menghilangkan HCN karena suhu perebusan sekitar 100°C sedangkan titik didih HCN hanya 26°C.

Perlakuan perendaman air yang diikuti dengan proses termal baik perebusan maupun penyangraian dapat menurunkan kadar HCN secara signifikan karena HCN terionisasi sempurna dalam air. Pada perendaman menggunakan natrium bikarbonat dapat menciptakan suasana alkali dan kacang koro pedang mengalami pelunakan yang memudahkan hidrolisis enzim dan menghasilkan HCN. Asam sianida yang larut dalam air perendaman terbuang saat pencucian (Hutami and Harijono 2014; Irzam and Harijono 2014; Ramli *et al.* 2021).

Kadar Air

Perlakuan pendahuluan pada pembuatan tepung koro pedang dapat mempengaruhi kadar air pada tepung terlihat pada Tabel 2. Kadar air tepung koro pedang tanpa perlakuan yaitu 12,8% sedangkan pada perlakuan yang lain memiliki kadar air yang lebih rendah hal ini dikarenakan adanya perlakuan pengeringan sebelum penepungan dengan alat *fluidized bed dryer* sehingga kadar airnya lebih rendah. Pada perlakuan penyangraian dan perebusan terdapat perbedaan signifikan karena pada perebusan air masuk ke dalam matriks pangan sehingga kadar airnya lebih tinggi sedangkan penyangraian pada proses pengolahannya secara kering sehingga kadar airnya lebih rendah (Ndidi *et al.* 2014). Hasil analisis kadar air pada tepung koro dengan berbagai perlakuan telah memenuhi batas standar nasional tepung terigu yaitu tidak lebih dari 14% (Badan Standar Nasional 2009).

Kadar Abu

Pretreatment juga berpengaruh pada kadar abu yaitu pada tepung tanpa perlakuan memiliki kadar abu 3,5% sedangkan pada tepung setelah

perlakuan mengalami penurunan. Penurunan kadar abu lebih besar terjadi pada perendaman air dan perendaman NaHCO₃ 1% karena beberapa

mineral larut pada air dan terbuang saat pencucian (Kajihausa *et al.* 2014; Yulianti *et al.* 2022)

Tabel 2 Hasil analisis kimia pada tepung koro pedang pada berbeagai perlakuan

Perlakuan	HCN (mg/Kg)	Air(%) (bb)	Abu (%) (bk)	Lemak (%) (bk)	Protein(%) (bk)	Karbohidrat(%) (bk)
TK	50,87±8,92 ^b	13,43±0,69 ^a	3,78±0,04 ^a	3,91±0,64 ^b	25,88±0,27 ^a	68,86±2,56 ^a
TS	90,26±6,55 ^a	2,63±1,22 ^{cd}	3,04±0,27 ^b	3,24±0,07 ^c	26,73±0,92 ^a	67,45±1,01 ^{ab}
TR	26,95±7,02 ^c	6,8±0,5 ^b	2,66±0,04 ^c	3,90±0,53 ^b	26,96±1,09 ^a	66,93±1,30 ^{ab}
TAS	35,48±15,41 ^c	1,78±0,51 ^d	1,79±0,02 ^e	4,04±0,21 ^{ab}	27,63±2,57 ^a	66,51±2,57 ^{ab}
TAR	4,66± 0,59 ^d	7,72±1,47 ^b	1,42±0,02 ^f	4,33±0,27 ^{ab}	25,99±1,17 ^a	68,24±1,34 ^{ab}
TBS	29,6± 7,54 ^c	3,72±1,71 ^c	2,11±0,13 ^d	4,43±0,74 ^{ab}	27,55±1,50 ^a	65,54±0,60 ^b
TBR	6,34± 4,04 ^d	4,13±1,14 ^c	1,60±0,39 ^{ef}	4,54±0,48 ^a	25,91±1,28 ^a	68,00±1,98 ^{ab}

*Huruf superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan pada uji lanjut Duncan ($p < 0,05$).

Tabel 3 Hasil analisis fisik pada tepung koro pedanga dengan berbagai perlakuan

Perlakuan	Derajat putih	a_w
TK	65,36±1,01 ^a	0,64± 0,05 ^a
TS	47,34±1,50 ^b	0,27±0,08 ^{bcd}
TR	60,69±2,32 ^a	0,38±0,04 ^{bcd}
TAS	58,15±7,88 ^a	0,45±0,25 ^{abc}
TAR	64,58±1,76 ^a	0,47±0,12 ^{ab}
TBS	58,18±6,40 ^a	0,24±0,16 ^d
TBR	60,60±5,33 ^a	0,25±0,04 ^{cd}

*Huruf superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan pada uji lanjut Duncan ($p < 0,05$).

Kadar Lemak

Hasil yang diperoleh pada analisis lemak berada pada kisaran 3-5% sesuai dengan penelitian (Solomon *et al.* 2018; Tiamiyu *et al.* 2016). Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa perbedaan perlakuan dapat mempengaruhi kadar lemak. Pada pengolahan yang melalui perendaman baik dengan air maupun natrium bikarbonat serta dilanjutkan dengan proses termal memiliki kadar lemak yang lebih tinggi. Hal ini diduga karena adanya pemecahan ikatan kompleks menjadi ikatan yang lebih sederhana (Kajihausa *et al.* 2014).

Kadar Protein

Efek perlakuan terhadap protein tidak memberi pengaruh yang signifikan. Pada Tabel 2 terlihat bahwa kadar protein tepung perlakuan berkisar 25,9%-27,6%, sedangkan kadar protein pada tepung tanpa perlakuan yaitu sebesar 25,9%. Hasil ini sesuai dengan peneliti terdahulu yaitu sebesar 25%. (Okomoda *et al.* 2016; Solomon *et al.* 2018)

Kadar Karbohidrat

Kandungan karbohidrat tidak mengalami penurunan yang signifikan. Pada tepung tanpa perlakuan maupun yang diberi perlakuan tidak terdapat perbedaan nyata. Proses mekanis dan panas dalam pembuatan tepung biasanya tidak mengubah atau menguraikan karbohidrat secara signifikan. Karbohidrat dalam biji-bijian atau produk tepung umumnya stabil terhadap panas dan tekanan mekanis yang digunakan dalam proses pembuatan tepung. Proses mekanis seperti penggilingan biji-bijian menjadi tepung umumnya tidak merusak atau mengubah struktur karbohidrat (Rahman 2018).

Berdasarkan upaya penurunan kadar HCN perlakuan terbaik terdapat pada tepung kacang koro yang direndam selama 24 jam dan direbus selama 60 menit.

Derajat Putih

Derajat putih merupakan kemampuan suatu bahan dalam memantulkan cahaya yang mengenai permukaan (Gilang *et al.* 2013). Pengukuran derajat putih berkorelasi dengan preferensi

konsumen yaitu warna putih (Hsu *et al.* 2003; Pathare *et al.* 2013). Pengaruh perlakuan pendahuluan serta pengolahan terhadap kenampakan fisik pada tepung koro pedang terlihat pada Tabel 3 yaitu derajat putih pada koro pedang kupas memiliki nilai derajat putih yang tidak berbeda nyata dari perlakuan yang lain dengan perkecualian pada koro pedang sangrai. Nilai derajat putih yang rendah pada tepung koro pedang sangrai dikarenakan terjadi reaksi pencoklatan menghasilkan warna putih kecoklatan (Sharma *et al.* 2012; Wani *et al.* 2016). Derajat putih tertinggi terdapat pada tepung koro pedang tanpa perlakuan yaitu 65%.

Water activity (a_w)

Water activity (a_w) merupakan perbandingan antara tekanan uap air pada matriks pangan dan tekanan uap air murni pada suhu yang sama (Orhan and Kartal 2011). Nilai a_w pada uji beda nyata terlihat pada koro pedang tanpa perlakuan memiliki nilai tertinggi yaitu 0,6. Pada perlakuan rendam air yang diikuti penyangraian maupun perebusan menghasilkan nilai a_w yang tidak berbeda nyata. Nilai a_w terendah terdapat pada perlakuan rendam natrium bikarbonat yang diikuti penyangraian maupun perebusan. Terlihat bahwa perlakuan sebelum penepungan menghasilkan kadar a_w yang lebih rendah dibandingkan tanpa perlakuan, yaitu berkisar 0,2-0,5. Hal ini dikarenakan adanya proses pengeringan menggunakan *fluidized bed dryer* selama 2 jam. Pengeringan dengan *fluidized bed dryer* dapat menurunkan kadar air pada pangan tanpa banyak mengubah kenampakan fisik tepung karena menggunakan angin bersuhu rendah yaitu 30-40°C (Albadran *et al.* 2015)

KESIMPULAN

Perlakuan *pretreatment* yang dapat menurunkan total sianida terbesar adalah perlakuan perendaman koro pedang kupas selama 24 jam dalam air dan diikuti perebusan selama 1 jam. Kadar total sianida tepung koro pedang dari perlakuan tersebut sebesar 4,66 mg/kg, sedangkan tepung kontrol (kupas dan tanpa perlakuan) sebesar 50,87 mg/kg). Perlakuan penyangraian tanpa perendaman terlebih dahulu tidak menurunkan kadar sianida. Perlakuan *pretreatment* berpengaruh nyata pada kadar air, kadar abu dan kadar lemak, namun tidak berpengaruh pada protein dan karbohidrat. Perlakuan *pretreatment* pada derajat putih hanya berpengaruh nyata pada tepung koro pedang sangrai. Perlakuan *pretreatment* berpengaruh pada

nilai a_w menurun signifikan dibandingkan tanpa perlakuan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbafati, C., K. M. Abbas, M. Abbasi-Kangevari, and *et al.* 2020. Global burden of 87 risk factors in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet* 396(10258):1223–1249.
- Acevedo, B. A., C. M. B. Thompson, N. S. González Foutel, M. G. Chaves, and M. V. Avanza. 2017. Effect of different treatments on the microstructure and functional and pasting properties of pigeon pea (*Cajanus cajan* L.), dolichos bean (*Dolichos lablab* L.) and jack bean (*Canavalia ensiformis*) flours from the north-east Argentina. *International Journal of Food Science and Technology* 52(1):222–230.
- Albadran, H. A., A. Chatzifragkou, V. V. Khutoryanskiy, and D. Charalampopoulos. 2015. Stability of probiotic lactobacillus plantarum in dry microcapsules under accelerated storage conditions. *Food Research International* 74:208–216.
- AOAC. 2012. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 19th. AOAC INTERNATIONAL, Gaithersburg.
- Badan Standar Nasional. 2009. Tepung terigu sebagai bahan makanan SNI No 3751:2009. Pages 1–48 [BSN] *Badan Standardisasi Nasional*. BSN, Indonesia.
- Bhalla, T. C., M. Asif, and K. Smita. 2017. Purification and characterization of cyanogenic β -glucosidase from wild apricot (*Prunus armeniaca* L.). *Process Biochemistry* 58:320–325.
- Bhattacharya, R., and S. J. S. Flora. 2009. Cyanide toxicity and its treatment. Pages 255–270 *Handbook of Toxicology of Chemical Warfare Agents*. Academic Press, Cambridge.
- Bolarinwa, I. F., C. Orfila, and M. R. A. Morgan. 2014. Amygdalin content of seeds, kernels and food products commercially- available in the UK. *Food Chemistry* 152:133–139.
- BPOM. 2022. Peraturan Badan Pengawas Obat Dan Makanan Nomor 1 Tahun 2022 Tentang Pengawasan Klaim Pada Label Dan Iklan Pangan Olahan. Pages 19–21

- Peraturan BPOM*. Badan Pengawas Obat dan Makanan RI, Indonesia.
- Dabek, M., S. I. McCrae, V. J. Stevens, S. H. Duncan, and P. Louis. 2008. Distribution of β -glucosidase and β -glucuronidase activity and of β -glucuronidase gene in human colonic bacteria. *FEMS Microbiology Ecology* 66(3):487–495.
- Dhas, P. K., P. Chitra, S. Jayakumar, and A. R. Mary. 2011. Study of the effects of hydrogen cyanide exposure in Cassava workers. *Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine* 15(3):133–136.
- Doss, A., M. Pugalenti, V. G. Vadivel, G. Subhashini, and R. A. Subash. 2011. Effects of processing technique on the nutritional composition and antinutrients content of under-utilized food legume *Canavalia ensiformis* L.DC. *International Food Research Journal* 18(3):965–970.
- Food Standards Australia New Zealand. 2005. *CASSAVA AND BAMBOO SHOOTS; A Human Health Risk Assessment*. New Zealand.
- Gilang, R., D. R. Affandi, and D. Ishartani. 2013. Karakteristik fisik dan kimia tepung koro pedang (*Canavalia ensiformis*) dengan variasi perlakuan pendahuluan. *Jurnal Teknosains Pangan* 2(3):34–42.
- Hsu, C. L., W. Chen, Y. M. Weng, and C. Y. Tseng. 2003. Chemical composition, physical properties, and antioxidant activities of yam flours as affected by different drying methods. *Food Chemistry* 83(1):85–92.
- Hutami, F. D., and Harijono. 2014. Pengaruh penggantian larutan dan konsentrasi NaHCO_3 terhadap penurunan kadar sianida pada pengolahan tepung ubi kayu. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 2(4):220–230.
- Irzam, F. N., and Harijono. 2014. Pengaruh penggantian air dan penggunaan NaHCO_3 dalam perendaman ubi kayu iris (*Manihot esculenta* crantz) terhadap kadar sianida pada pengolahan tepung ubi kayu. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 2(4):188–199.
- Jiang, J., P. Trundle, J. Ren, Y.-L. Cheng, C.-Y. Lee, Y.-L. Huang, C. A. Buckner, R. M. Lafrenie, J. A. Dénomée, J. M. Caswell, D. A. Want, G. G. Gan, Y. C. Leong, P. C. Bee, E. Chin, A. K. H. Teh, S. Picco, L. Villegas, F. Tonelli, M. Merlo, J. Rigau, D. Diaz, M. Masuelli, S. Korrapati, P. Kurra, S. Puttugunta, S. Picco, L. Villegas, F. Tonelli, M. Merlo, J. Rigau, D. Diaz, M. Masuelli, M. Tascilar, F. A. de Jong, J. Verweij, R. H. J. Mathijssen, J. Amin, M. Sharif, N. Gul, S. Kadry, C. Chakraborty, V. Dutt, S. Chandrasekaran, and V. García-Díaz. 2010. We are IntechOpen, the world's leading publisher of Open Access books Built by scientists, for scientists TOP 1%. *Intech* 34(8):57–67.
- Junior, E. N. M., R. C. Chisté, and R. da S. Pena. 2019. Oven drying and hot water cooking processes decrease HCN contents of cassava leaves. *Food Research International* 119:517–523.
- Kajihausa, O. E., R. A. Fasasi, and Y. M. Atolagbe. 2014. Effect of different soaking time and boiling on the proximate composition and functional properties of sprouted sesame seed slour. *Nigerian Food Journal* 32(2):8–15.
- Møller, B. L. 2010. Functional diversifications of cyanogenic glucosides. *Current Opinion in Plant Biology* 13(3):337–346.
- Mudder, T., M. M. Botz, and A. Smith. 1991. *Chemistry and treatment of cyanidation wastes*. Page Mining Journal Books Ltd. Mining Journal Books Ltd, London.
- Mushollaeni, W., L. Tantal, and R. Sanny. 2019. *Reduksi sianida pada biji karet melalui fermentasi*. Page (R. M. Putri, editor) UNITRI Press. UNITRI Press.
- Ndidi, U. S., C. U. Ndidi, I. A. Aimola, O. Y. Bassa, M. Mankilik, and Z. Adamu. 2014. Effects of processing (boiling and roasting) on the nutritional and antinutritional properties of bambara groundnuts (*Vigna subterranea* [L.] Verdc.) From Southern Kaduna, Nigeria. *Journal of Food Processing* 2014:1–9.
- Okomoda, V. T., L. O. Tiamiyu, and S. G. Uma. 2016. Effects of hydrothermal processing on nutritional value of *Canavalia ensiformis* and its utilization by *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) fingerlings. *Aquaculture Reports* 3:214–219.
- Orhan, I. E., and M. Kartal. 2011. Insights into research on phytochemistry and biological activities of *Prunus armeniaca* L. (apricot). *Food Research International* 44(5):1238–1243.

- Pathare, P. B., U. L. Opara, and F. A. J. Al-Said. 2013. Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: A Review. *Food and Bioprocess Technology* 6(1):36–60.
- Puspitojati, E., R. Indrati, M. N. Cahyanto, and Y. Marsono. 2019. Jack bean as tempe ingredients: The safety study and fate of protein against gastrointestinal enzymes. Pages 1–8 *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*.
- Rahman, S. 2018. *Buku Teknologi Pengolahan Tepung dan Pati Biji-Bijian Berbasis Tanaman Kayu*. Page (N. F. Subekti and D. Novidiantoko, editors). Deepublish, Yogyakarta.
- Ramli, N. A. M., Y. H. Chen, Z. Mohd Zin, M. A. A. Abdullah, N. D. Rusli, and M. K. Zainol. 2021. Effect of soaking time and fermentation on the nutrient and antinutrients composition of *Canavalia ensiformis* (kacang Koro). Pages 1–8 *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*.
- Rosida, D. F., N. A. Putri, and M. Oktafiani. 2020. Karakteristik cookies tepung kimpul termodifikasi (*Xanthosoma sagittifolium*) dengan penambahan tapioka. *Agrointek* 14(1):45–56.
- Sharma, A., and R. J. Thibert. 1985. The effect of barbituric acid concentration in the spectrophotometric determination of cyanide and thiocyanate by the pyridine-barbituric acid method. *Mikrochimica Acta* 85(5–6):357–363.
- Sharma, P., H. S. Gujral, and B. Singh. 2012. Antioxidant activity of barley as affected by extrusion cooking. *Food Chemistry* 131(4):1406–1413.
- Smiley, J., and C. R. Morrison. 2020. Using a portable hydrogen cyanide gas meter to uncover a dynamic phytochemical landscape. *Applications in Plant Sciences* 8(4):1–12.
- SNI 6989.77. 2011. *Cara uji sianida (CN-) secara spektrofotometri*. Badan Standarisasi Nasional.
- Solomon, S. G., V. T. Okomoda, and O. Oguche. 2018. Nutritional value of raw *Canavalia ensiformis* and its utilization as partial replacement for soybean meal in the diet of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) fingerlings. *Food Science and Nutrition* 6(1):207–213.
- Tiamiyu, L., V. Okomoda, and P. Akpa. 2016. Nutritional profile of toasted *Canavalia ensiformis* seed and its potential as partially replacement for soybean in the diet of *Clarias gariepinus*. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology* 20(2):12.
- Tiamiyu, L. O., V. Okomoda, and C. Izundu. 2015. Nutritional value of hydrothermally processed *Citrullus lanatus* seeds in the diet of *Clarias gariepinus*. *International Journal of Aquaculture* 5(10):1–4.
- Uadia, R. N. 2017. Preliminary studies on *Canavalia ensiformis* (jackbean) dc . Seeds : proximate analysis and phytochemical screening. *Science World Journal* 12(2):59–62.
- Wani, I. A., A. Gani, A. Tariq, P. Sharma, F. A. Masoodi, and H. M. Wani. 2016. Effect of roasting on physicochemical, functional and antioxidant properties of arrowhead (*Sagittaria sagittifolia* L.) flour. *Food Chemistry* 197:345–352.
- Yulianti, L. E., W. Setiaboma, A. N. Hakim, E. Widowati, N. Afifah, and R. Ekafitri. 2022. The effect of beans types and soaking time on the characteristics of Indonesian traditional food “instant borse.” *Food Science and Technology (Brazil)* 42:1–7.