

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1. Bahan

4.1.1. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kacang tunggak yang diperoleh dari Pasar Pandaan, Pasuruan. Varietas kacang tunggak (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) yang digunakan adalah KT-1, berwarna coklat muda, berbentuk bulat telur, dan memiliki berat rata-rata 10,61 g per 100 biji.

4.1.2. Bahan Analisa

Bahan yang digunakan untuk analisa adalah aquades, larutan HCl 0,1N p.a, larutan HCl 1N p.a, larutan NaOH 0,1N p.a, larutan NaOH 1N p.a, Bovine Serum Albumin p.a., pewarna *coomassie brilliant blue* p.a., dan minyak jagung (merek CCO).

4.2. Alat

4.2.1. Alat untuk Proses

Alat yang digunakan untuk menyiapkan sampel adalah wadah perendaman, kukusan (d=30cm), kompor gas dan *dry miller* (Vienta).

4.2.2. Alat untuk Analisa

Alat yang digunakan untuk analisa adalah spektrofotometer (Shimadzu UV-1700 Pharmaspec), sentrifugator (Hettich Zentrifugen Universal 320R), *hand mixer* (Signora), *hand blender* (Kris 932-C), tabung sentrifus, tabung reaksi, neraca digital (Metler Toledo PB602-S), neraca analitis (Sartorius AG Gottingen CP-2245), vorteks (Barndstead Thermolyne Maxi Mix II), pH meter (Schott Instrumen), eksikator, jangka sorong, *Texture Analyzer* (TA-XT Plus), oven (Venticell),

peralatan gelas, kertas timbang, botol timbang (Pyrex), kertas saring, mikroskop berkamera (Olympus DP20), dan *refrigerator* (LG dan Samsung).

4.3. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam dua tahap, yaitu:

- a. Orientasi penelitian pada bulan Oktober 2013 – Desember 2013.
- b. Penelitian utama pada bulan Mei 2014 – Juli 2014.

Penelitian dilakukan di Laboratorium Analisa Pangan, Laboratorium Penelitian, Laboratorium Teknologi Pengolahan Pangan, Laboratorium Kimia, dan Laboratorium Kimia-Biokimia Pangan dan Gizi, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.

4.4. Rancangan Percobaan

Penelitian ini bersifat eksploratif-deskriptif. Faktor yang diteliti terdiri dari lima taraf, yaitu pengukusan selama 0 menit, 10 menit, 20 menit, 30 menit, dan 40 menit. Percobaan ini menggunakan pengulangan sebanyak tiga kali untuk setiap perlakuan. Semua kondisi untuk persiapan sampel sama, kecuali perlakuan percobaan. Kacang tunggak basah yang digunakan tiap perlakuan sebanyak 100 g.

Variabel tergantung yang diukur adalah kelarutan protein dengan metode *Bradford*, daya serap air, daya serap minyak, kapasitas dan stabilitas emulsi, kapasitas dan stabilitas buih, serta pembentukan gel. Parameter tersebut didukung oleh pengujian *hardness* setelah pengukusan dan morfologi granula pati pada sampel kacang tunggak kukus, serta kadar air pada hancuran kacang tunggak kukus. Data yang diperoleh akan dianalisis penyebarannya dengan menghitung rata-rata dan standar deviasi sebagai dasar evaluasi profil dari sifat fungsional kacang tunggak.

4.5. Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilakukan dalam dua tahap, yaitu orientasi penelitian dan penelitian utama sebagai berikut:

- a. Penelitian pendahuluan bertujuan untuk menetapkan prosedur kerja yang tepat, meliputi menetapkan waktu pengukusan kacang tunggak.
- b. Penelitian utama bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu pengukusan kacang tunggak terhadap sifat fungsionalnya.

4.6. Metode Penelitian

4.6.1. Penyiapan Sampel Kacang Tunggak Kukus

Skema tahapan preparasi kacang tunggak kukus yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1.

Tahap-tahap pembuatan sampel kacang tunggak kukus adalah sebagai berikut:

- a. Penimbangan I

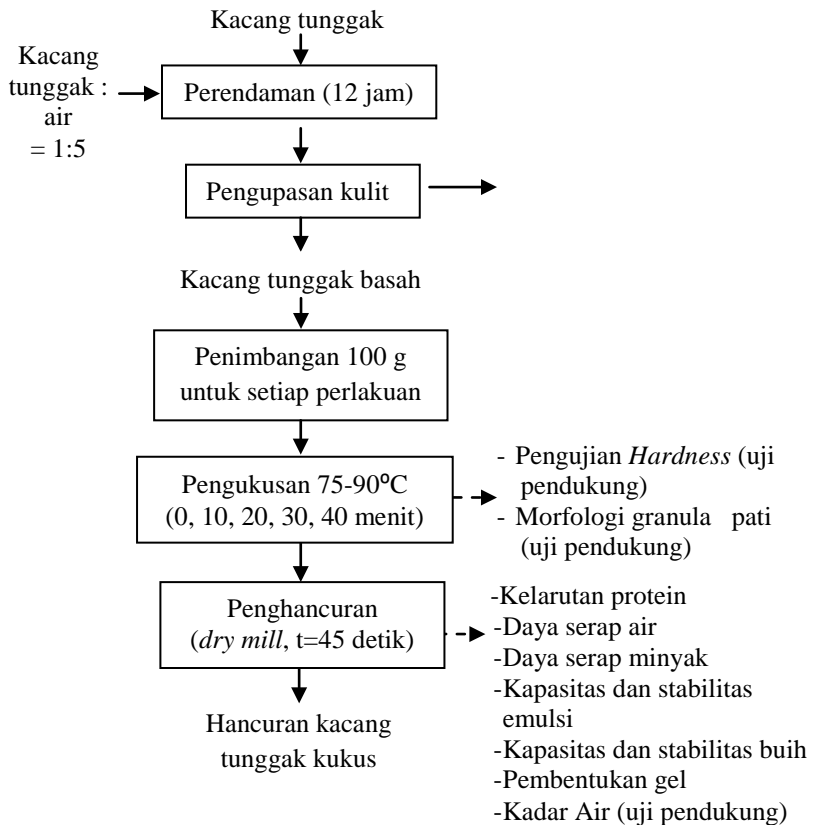
Bahan berupa kacang tunggak ditimbang sebanyak 100 g. Penimbangan I bertujuan agar jumlah kacang tunggak yang akan dipreparasi tepat untuk setiap perlakuan dan ulangan.

- b. Perendaman

Perendaman dilakukan selama 12 jam dengan rasio air perendam:bahan sebesar 5:1. Tahapan ini bertujuan untuk melonggarkan matriks jaringan kacang tunggak yang akan dikukus. Matriks yang lebih longgar akan memudahkan uap air untuk kontak dengan komponen pada kacang tunggak. Perendaman juga melunakkan kulit kacang tunggak sehingga mudah untuk dikupas.

- c. Pengupasan kulit

Tujuan tahapan ini adalah untuk memudahkan kontak bahan dengan uap air dan memudahkan proses selanjutnya.



Gambar 4.1. Diagram Alir Penelitian

d. Penimbangan II

Penimbangan II dilakukan untuk menyeragamkan berat kacang tunggak yang digunakan setiap perlakuan dan ulangan.

e. Pengukusan

Sampel sebanyak 100 g dikukus pada suhu 75-85⁰C dengan waktu pengukusan 0 menit, 10 menit, 20 menit, 30 menit, dan 40 menit. Sampel dimasukan ke dalam alat pengukus setelah air mendidih dan terbentuk uap air jenuh. Pengukusan dikendalikan dengan menggunakan alat kukusan, sumber panas, jumlah kacang tunggak, dan luas permukaan kacang

tunggak yang terkena uap air, serta kondisi pengukusan yang sama setiap perlakuan. Tahapan pengukusan merupakan tahapan inti dari preparasi sampel kacang tunggak. Panas yang dihasilkan dapat mengubah konformasi struktur pati dan protein sehingga mengalami perubahan sifat fungsional.

f. Penghancuran

Penghancuran merupakan tahapan pengecilan ukuran kacang tunggak kukus pasca pengukusan. Penghancuran dilakukan menggunakan *dry miller* selama 60 detik.

4.6.2. Prinsip Analisa

Analisa yang dilakukan meliputi pengujian kadar air, penentuan kadar protein metode *Bradford*, daya serap air, daya serap minyak, kapasitas dan stabilitas emulsi, kapasitas dan stabilitas buih, dan pembentukan gel.

a. **Penentuan Kelarutan Protein (Tsumura *et al.*, 2009)**

Kelarutan protein diukur pada kondisi pH 2-12. Kelarutan protein dianalisa dengan menggunakan pendekatan penentuan kadar protein terlarut metode *Bradford*. Menurut Praia (2008), pengujian kadar protein metode *Bradford* merupakan pengujian untuk menentukan kadar protein yang terlarut di dalam sebuah larutan. Analisa protein dengan metode *Bradford* didasarkan atas pembentukan ikatan antara pewarna *Coomassie Brilliant Blue G250* ke protein. Pembentukan ikatan menghasilkan warna biru dan memiliki spektrum absorbansi maksimum sebesar 595 nm. Nilai absorbansi yang diperoleh pada panjang gelombang 595 nm sebanding dengan jumlah senyawa yang berikatan, dan sebanding dengan konsentrasi protein pada sampel.

b. Daya Serap Air (Khattab dan Arntfield., 2009) dengan Modifikasi

Daya serap air merupakan pengujian yang menentukan jumlah pelarut air yang dapat terserap oleh matriks jaringan protein sampel terhadap satuan waktu. Prinsip pengujiannya adalah menentukan jumlah air yang terserap pada sampel melalui selisih air yang ditambahkan dengan jumlah air yang tersisa dengan melakukan sentrifugasi larutan sampel yang sudah menyerap air.

c. Daya Serap Minyak (Khattab dan Arntfield., 2009) dengan Modifikasi

Daya serap minyak merupakan pengujian yang menentukan jumlah pelarut minyak yang dapat terserap oleh matriks sampel terhadap satuan waktu. Prinsip pengujiannya adalah menentukan jumlah minyak yang terserap pada sampel melalui selisih air yang ditambahkan dengan jumlah minyak yang tersisa dengan melakukan sentrifugasi larutan sampel yang sudah menyerap minyak.

d. Kapasitas dan Stabilitas Emulsi (Hassan *et al.*, 2010) dengan Modifikasi

Kapasitas dan stabilitas emulsi merupakan pengujian untuk menunjukkan volume emulsi yang terbentuk sebagai hasil dari emulsifikasi minyak dan air oleh sampel kacang dalam gram yang mengandung protein dan kemampuan untuk mempertahankan emulsi tersebut. Stabilitas emulsi menentukan jumlah lapisan emulsi yang masih dapat dipertahankan setelah emulsi dipanaskan pada waktu tertentu. Prinsip pengujian kapasitas emulsi adalah menentukan jumlah volume minyak yang teremulsikan dengan air setelah proses emulsifikasi. Prinsip pengujian stabilitas emulsi adalah menentukan jumlah volume emulsi yang tersisa pada sistem emulsi setelah pemanasan.

e. **Kapasitas dan Stabilitas Buih (Khattab dan Arntfield, 2009) dengan Modifikasi**

Kapasitas buih merupakan pengujian untuk menunjukkan volume buih yang dapat dihasilkan oleh larutan sampel kacang melalui proses pengocokan. Prinsip pengujiannya adalah memberikan perlakuan pengocokan dengan *hand mixer* untuk memicu pemerangkapan udara pada sampel sehingga terbentuk buih. Prinsip pengujian kestabilan buih adalah mengukur penurunan volume buih yang telah dihasilkan menurut fungsi waktu.

f. **Pembentukan Gel (Khattab dan Arntfield, 2009)**

Pembentukan gel merupakan pengujian kemampuan sampel dalam membentuk gel. Prinsip pengujiannya adalah dengan penentuan konsentrasi sampel minimum pada larutan yang dapat melakukan proses pembentukan gel hingga gel yang terbentuk tidak jatuh atau mengalami *slip* ketika tabung dibalik.

g. **Penentuan Kadar Air Metode Thermogravimetri (Sudarmadji dkk., 1997)**

Analisis kadar air metode thermogravimetri merupakan analisa yang dilakukan dengan menguapkan kandungan air yang terdapat pada bahan. Prinsip penentuan kadar airnya yaitu penguapan kandungan air bahan dengan pemanasan untuk mendapatkan selisih berat sebelum dan sesudah penguapan kadar air.

h. **Pengukuran *Hardness* (Mridula et al., 2007)**

Analisis pengukuran *hardness* bahan dilakukan dengan menggunakan alat *texture analyzer*. Prinsip pengujiannya adalah menentukan besar gaya normal yang diberikan oleh bahan sebagai reaksi dari gaya tekan yang diberikan pada *probe cylinder* dari alat *texture analyzer*.

i. Pengamatan Morfologi Granula Pati (Jobling *et al.*, 2002)

Pengamatan granula pati dilakukan secara mikroskopi dengan bantuan senyawa pewarna. Prinsip pengujiannya adalah pengamatan morfologi pati yang sudah diwarnai dengan reagen lugol agar menghasilkan warna yang kontras dengan latar belakang pada pengamatan mikroskopis.

DAFTAR PUSTAKA

- Abu, J.O., K. Muller, K.G. Duodu, dan A. Minnaar. 2005. Functional Properties of Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) Flours and Pastes as Affected by γ -Irradiation, *Food Chemistry*. 93: 103-111.
- Akaerue, B. I. dan G. I. Onwuka. 2010. Evaluation of Yield, Protein Content and Functional Properties of Mungbean [*Vigna radiata* (L) Wilczek] Protein Isolates as Affected by Processing. *Pakistan Journal of Nutrition*. 9 (8): 728-735.
- Akinyele, I.O. A.O. Onigbinde, M.A. Hussain, A. Omololu. 1986. Physicochemical Characteristics of 18 Cultivars of Nigerian Cowpeas (*V. unguiculata*) and Their Cooking Properties, *Journal of Food Science*. 51: 1483-1485.
- Akoh, C. C. 1998. *Fat Replacer*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Alleoni, A.C.C. 2006. Albumen Proteins and Functional Properties of Gelation and Foaming, *Science Agricultural*. 63 (3): 291-298.
- Amankwah, E.A., I. Ayim, K.A. Dzisi dan J. Barimah. 2011. Nutritional Content and Functional Properties of French Horn, False Horn and FHIA-21, *American Journal of Food Technology*. 6 (4): 322-328.
- Amouson, E.O., P.A. Houssou, E.S. Dawson, dan F.K. Saalia. 2009. Dehulling Characteristic, Sensory and Functional Properties of Flours from Selected Cowpea Varieties. *Journal Science Food Agricultural*. (89): 1587-1592.
- Anglemier, A.E. dan M.W. Montgomery. 1976. *Amino Acids Peptides and Protein*. Mercil Decker Inc., New York.
- Belitz, H. D., W. Grosch, dan P. Schieberle. 2009. *Food Chemistry 4th revised and extended edition*. Germany: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Booth, M.A., G.L Allan dan R. Warner-Smith. 1999. Effects of grinding, Steam Conditioning and Extrusion of a Practical Diet on Digestibility

and Weight Gain of Silver Perch *Bidyanus bidyanus*, *Aquaculture*. 182 (2000): 287-299.

Butt, M. S. dan R. Batool. 2010. Nutritional and Functional Properties of Some Promising Legumes Protein Isolates. *Pakistan Journal of Nutrition*. 9 (4): 373-379.

Butt M.S., J. Iqbal, A. Nazl, H.A.R. Suleria, M.M.N. Qayyum, F. Saleem dan M.A. Jahangir. 2011. Effect of Flour Blending on Bread Characteristics, *Internet Journal of Food Safety*. 13: 142-149.

Chan, C.W. dan R.D. Philips. 1994. Amino Acid Composition and Subunit Constitution of Protein Fractions from Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) Seeds, *Journal Agricultural Food Chemistry*. 42: 1857-1860.

Chinma, C.E. I.C. Alemede dan I.G. Emelife. 2008. Physicochemical and Functional Properties of Some Nigerian Cowpea Varieties, *Pakistan Journal of Nutrition*. 7 (1): 186-190.

Clark, A.H. dan C.D. Lee-Tufnell. 1986. *Gelation of Globular Proteins*, Elsevier Applied Science Publisher, 203-272.

Davis, D.W., E.A. Oelke, E.S. Oplinger, J.D. Doll, C.V. Hanson dan D.H. Putnam. 1991. *Cowpea: Alternative Field Crops Manual*. www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/cowpea.html.

Damodaran, S. 1996. *Amino Acids, Peptides, and Proteins*. Di dalam: O.R. Fennema (ed). *Food Chemistry* 3rd Edition. New York: Marcel Dekker Inc.

Direktorat Gizi Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1996. *Daftar Komposisi Bahan Makanan*. Jakarta: Bhratara.

Eisenbrand, G. 2007. *Thermal Processing of Food: Potential Health Benefits and Risks*. Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.

Febrianindya, F. 2011. Kacang Tunggak, si Mungil yang Kaya Nutrisi. Detik Food. www.seedofindia.com. (10 Oktober 2013)

- Freitas, R.L., A.R. Teixeira dan R.B. Ferreira. 2004. Characterization of the Protein from *Vigna unguiculata* Seeds, *Journal Agricultural Food Chemistry*. 52: 1682-1687.
- Giarni, S. Y. 1993. Effect of Processing on The Proximate Composition and Functional Properties of Cowpea (*Vigna unguiculata*) Flour. *Food Chemistry*. 47: 153-158.
- Hallen, E., S. Hbanoglu, dan P. Ainsworth. 2003. Effect of Fermented/Germinated Cowpea Flour Addition on The Rheological and Baking Properties of Wheat Flour. *Journal of Food Engineering*. 63:177-184.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S02687740300298>
% (10 Oktober 2013).
- Harsono, V. C. 2007. Kajian Pengaruh Proporsi Kacang Tunggak dan Susu Skim sebagai *Filler* maupun *Binder* terhadap Sifat Fisikokimiawi dan Organoleptik Sosis Ayam, *Skripsi S-1*, Fakultas Pertanian Teknologi Widya Mandala, Surabaya.
- Hassan, H.M.M., Afify A.S., Basyiony A.E. dan T.A. Ghada. 2010. Nutritional and Functional Properties of Defatted Wheat Protein Isolates, *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 4 (2): 348-358.
- Henshaw, F.O., K.H. McWatters, A.O. Oguntunde dan R.D. Philips. 1996. Pasting Properties of Cowpea Flour: Effect of Soaking and Decortication Method, *Journal Agricultural Food Chemistry*. 44: 1884-1870.
- Holah, J. 2010. *Food and Beverage: Best Practice Guide to Managing Steam Quality*. UK: Spirax Sarco
- Horax, R. N.S. Hettiarachchy, P. Chen dan M. Jalaluddin. 2004. Functional Properties of Protein Isolate from Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp), *Journal of Food Science*, 69 (2), 119-121.
- Huang. J. 2006. Function Structure Relationships of Acetylated Pea Starches, *Ph.D. thesis*, Wageningen University The Netherlands.
<http://edepot.wur.nl/42177>

- Jobling, S.A., R.J. Westcott, A. Tayal, R. Jeffcoat and G.P. Schwall. 2002. Production of a Freeze–Thaw-Stable Potato Starch by Antisense Inhibition of Three Starch Synthase Genes, *Unilever Research* (1): 295-299.
- Johnson, S. 2011. *Steam Blanching vs Water Blanching: Cost, Efficiency and Product Quality*. Walla Walla: Key Technology, Inc.
- Juliano, B.O. 1964. *Rice, Recent Progress In Chemistry and Technology Cereal For Food and Beverages*. Academic Press, New York.
- Juliano, B.O. 1994. *Criteria and test for rice grain quality*. In: Rice Chemistry and Technology (B.O. Juliano, ed., 1994). American Asosociation of Cereal Chemists, St. Paul, Minnesota.
- Kerr, W.L., C.D.W. Ward, K.H. McWatters dan A.V.A. Resurreccion. 2001. Milling and Particle Size of Cowpea Flour and Snack Chip Quality, *Food Research International*. 34: 39-45.
- Khattab, R.Y dan S.D. Arntfield. 2009. Functional properties of raw and processed canola meal. *Food Science and Technology*. 42: 1119-1124.
- Lawai OS. 2004. Composition, Physicochemicc Properties and Retrogradation Characteristics C'native, Oxidised, Asetilated Acid-Thinned Nev. Cocoyam (*Xanthosoma Sagittifolium*) starch, *Food Chemistry*. 87: 205-218.
- Leach, H.M. 1965. *Gelatinization of starch*. In: R.L. Wisier dan E.F. Paschall (*Ed5*). Starch Chemistry and Technology. Vol. I Academic Press, New York.
- Legowo, A.M. 2007. Peranan Teknologi Pangan dalam Pengembangan Produk Olahan Hasil Ternak di Tengah Kompetisi Global, available at http://eprints.undip.ac.id/315/1/Anang_Mohamad_Legowo.pdf
- Liu, K., R.D. Phillips dan K.H. McWatters. 1993. Mechanism of Pectin Changes during Soaking and Heating as Related to Hard-to-Cook Defect in Cowpeas, *Journal Agricultural Food Chemistry*. 41: 1476-1480.

- Longe, O.G. 1980. Carbohydrate Composition of Different Varieties of Cowpea (*Vigna unguiculata*), *Food Chemistry*. 6: 153-161.
- Mridula, D., R.K. Goyal, V.K. Bhargav and M.R. Manikantan. 2007. Effect of Roasting on Texture, Colour and Acceptability of Soybean for Making Sattu, *American Journal of Food Technology*. 2(4): 265-272.
- Mwangwela, A.M., 2006. Physicochemical Characteristics of Conditioned and Micronised Cowpeas and Functional Properties of the Resultant Flours. *Ph.D Thesis*, University of Pretoria at Pretoria, available at <http://upetd.up.ac.za/thesis/submitted/etd-07302008-073321/unrestricted/00front.pdf>
- Olapade, A., G.I Okafor, A.U. Ozumba dan O. Olatunji. 2002. Characterization of Common Nigerian Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) Varieties, *Journal of Food Engineering*. 55: 101-105.
- Praira, W. 2008. Identifikasi Gelatin Dalam Beberapa Obat Bentuk Sediaan Tablet Menggunakan Metode Spektrofotometri. *Skripsi S-1*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Pomeranz, Y. 1991. *Functional Properties of Food Component Second Edition*. California: Academic Press, Inc.
- Prinyawiwatkul, W., K.H. McWatters, L.R. Beuchat dan R.D. Phillips. 1997. Functional Characteristics of Cowpea (*Vigna unguiculata*) Flour and Starch as Affected by Soaking, Boiling and Fungal Fermentation before Milling, *Food Chemistry*. 58: 361-372.
- Ragab, D.M., E.E. Babiker dan A.H. Eltinay. 2004. Fractionation, Solubility and Functional Properties of Cowpea (*Vigna unguiculata*) proteins as Affected by pH and/or salt Concentration, *Food Chemistry*. 84: 207-212.
- Rao, M.A., P.E. Okechukwu, P.M.S. Da Silva dan J.C. Oliveira. 1997. Rheological Behavior of Heated Starch Dispersions in Excess Water: Role of Starch Granule. *Carbohydrate Polymers*. 33: 273-283.
- Saio, K. and Monma. 1993. Microstructural approach to legumes seeds for food uses. *Food Structure*. 12: 333-341.

- Sai-Ut, S., S. Ketnawa, P. Chaiwut and S. Rawdkuen. 2009. Biochemical and Functional Properties of Proteins from Red Kidney Navy and Adzuki Beans, *Asian Journal of Food and Agro-Industry*. 2 (04): 493-504.
- Santosa, B.A.S., S.Widowati, R.H. Soeprapto, dan Saifudin. 2002. Ekstraksi, Isolasi, dan Hasil Olah Pati Kacang Tunggak (*Vigna unguiculata* L., Walp). *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 21(01): 56-62
- Sefa-Dedeh, S. dan D.W. Stanley. 1979. Cowpea Proteins: Characterisation of Water Extractable Proteins, *Journal Agricultural Food Chemistry*. 27: 1244-1247.
- Smith, J.S. and Y.H. Hui. 2004. *Food Processing: Principles and Application*. Iowa: Blackwell Publishing.
- Suarni. 2000. Teknologi Pemanfaatan Tepung Kacang Tunggak sebagai Bahan Substitutor Protein pada Tepung Komposit. Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Inovasi Pertanian Lahan Marginal. <http://pustaka.litbang.deptan.go.id/publikasi/p3234045.pdf> (10 Oktober 2013).
- Sudarmadji, S. Haryono dan Sohardi. 1997. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty.Yogyakarta.
- Suhardi. 2010. Aplikasi Teknologi Pengolahan Pakan Konsentrat Ternak Ruminansia dengan Metode Pengukusan untuk Meningkatkan Tingkat Kecernaan Pakan dan Pertambahan Bobot Badan Harian, *Jurnal Teknologi Pertanian* 6 (1): 15-19.
- Swinkels J. J. M.. 1985. *Sources of Starch, its Chemistry and Physics*. In : Starch Conversion Technology. G. M. A.Van Beynum, A. Roels, (editor). Marcel Dekker, New York.
- Taiwo, K.A. 1998. The Potential of Cowpea as Human Food in Nigeria. *Technovation*. 18: 469-481.
- Tethool, E.F., Z.L. Sarungallo, B. Santoso. 2010. Sifat Fisikokimia dan Fungsional Pati Buah Aibon (*Bruguiera gymnorhiza Lamk.*), *Jurnal Natur Indonesia*. 12(2): 156-162.

- Trianto, Y. 2013. Karakteristik Sifat Fungsional Kacang Hijau Kukus dengan Variasi Waktu Pengukusan. *Skripsi S-1*, Fakultas Teknologi Pertanian Widaya Mandala Surabaya, Surabaya.
- Tsumura K., Saito T., Tsugea K., Ashida H., Kugimiyaa W., and Inouyeb K. 2005. Functional Properties of Soy Protein Hydrolysates Obtained by Selective Proteolysis. *LWT-Food Science and Technology* 38: 255-261.
- Vasconcelos, I.M., F.M.M. Maia, D.F. Farias, C.C.Campello, A.F.U. Carvalho, R.A. Moreira dan J.T.A. Oliveira. 2010. Protein Fractions, Amino Acid Composition and Antinutritional Constituent of High-Yielding Cowpea Cultivars, *Journal of Food Composition and Analysis*. 23: 54-60.
- Winarno, F.G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama.
- Wirakartakusumah, M. A. dan Febriyanti, T. 1994. Studi Karakteristik Fisiko Kimia dan Fungsional Tepung Ubi Kayu, *Seri Penelitian Pangan Lanjut*, 1: 95-110, Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor.
- Yada. 2004. *Proteins in Food Processing*. Abington: Woodhead Publishing Limited.
- Zayas, J. F. 1997. *Functionality of Proteins in Food*. Berlin Springer-Verlag.