

Komponen dan Karakteristik Fungsional Kecambah Kedelai

Components and Functional Characteristics of Soybean Sprouts

Siti Aminah¹

¹ Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang

Corresponding author : Siti Aminah@unimus.ac.id

Abstrak

Kacang kedelai adalah salah satu sumber protein nabati utama bagi masyarakat dan menjadi komoditas terbesar kedua setelah padi dan jangung. Selain sumber protein, kedelai kaya akan komponen bioaktif yang bermanfaat untuk kesehatan. Proses perkecambahan kacang kedelai telah dilaporkan efektif untuk meningkatkan komponen gizi dan senyawa bioaktif seperti polifenol, vitamin, asam gamma aminobutirat, gamma oryzanol. Komponen senyawa bioaktif tersebut dilaporkan memiliki aktivitas fungsional yang baik untuk kesehatan. Artikel ini mengulas tentang proses perkecambahan, komposisi dan perubahan fisiologis selama proses perkecambahan, faktor-faktor yang berpengaruh terhadap komposisi kecambah, senyawa bioaktif dan karakteristik fungsionalnya. Pengumpulan data dilakukan melalui studi literatur baik berupa buku maupun artikel-artikel hasil-hasil penelitian. Diharapkan teknologi pengolahan sederhana perkecambahan dapat diaplikasi baik oleh masyarakat maupun industri untuk mendapatkan sumber pangan fungsional yang murah dan efisien.

Kata Kunci : komponen, karakteristik fungsional, kedelai, kecambah.

Abstract

Soybean is one of the main sources of vegetable protein for the community and is the second largest commodity after rice and corn. Apart from a source of protein, soybeans are rich in bioactive components that are beneficial for health. The process of soybean germination has been reported to be effective for increasing nutritional components and bioactive compounds such as polyphenols, vitamins, gamma aminobutyric acid (GABA), gamma oryzanol. The components of these bioactive compounds are reported to have functional activities that are good for health. This article discusses the germination process, composition and physiological changes during the germination process, the factors that influence the composition of the sprouts, bioactive compounds and their functional characteristics. Information and data collection is carried out through literature studies in the form of books and articles of research results. It is hoped that the simple germination processing technology can be applied both by the community and industry to obtain a cheap and efficient source of functional food.

Keywords : Keywords: components, functional characteristics, soybean, sprouts.

PENDAHULUAN

Saat ini sebagian masyarakat dalam mengkonsumsi makanan dan minuman tidak hanya mempertimbangkan komposisi gizi serta karakteristik sensoris saja, namun juga mempertimbangkan komponen dalam makanan atau minuman yang dapat mempengaruhi kesehatan. Merujuk dari kecenderungan pemilihan konsumsi masyarakat tersebut, maka peran pangan saat ini tidak hanya penyuplai zat gizi dan memberikan kepuasan makan, namun juga dapat menjaga stamina atau sebagai pencegah munculnya gejala penyakit (preventif) (Muchtadi, 2010, 1-5). Makanan atau



minuman yang memiliki karakteristik berpengaruh positif terhadap pencegahan penyakit dikenal dengan istilah pangan fungsional (Susanto, dkk, 2019. 1-14; Susanto, dkk, 2019, 31-44).

Terdapat banyak definisi istilah pangan fungsional dari berbagai organisasi kesehatan dunia. Secara umum pangan fungsional diartikan sebagai makanan alami atau olahan yang mengandung senyawa bioaktif baik yang diketahui maupun tidak diketahui dalam jumlah tertentu memberikan manfaat unruk kesehatan yang sudah dibuktikan secara klinis, baik untuk pencegahan, pengelolaan atau pengobatan penyakit kronis (Martirosyan, 2015, 1-16). Sumber daya alam Indonesia menyediakan keragaman hayati untuk pemenuhan gizi dan kesehatan masyarakat. Salah satu keragaman hayati kaya protein yang banyak dikonsumsi masyarakat adalah kedelai (Krisnawati, 2017, 57-65).

Kedelai adalah salah satu komoditi pangan utama setelah beras dan jagung. Konsumsi kedelai dan produk turunannya oleh masyarakat sangat besar. Selain menyediakan protein yang cukup, kedelai juga mengandung asam amino esensial seperti histidin, isoleusin, leusin, lisin, fenilalanin, tirosin, trionin, triptofan dan valin. Disamping komponen gizi yang baik kedelai juga memiliki komponen yang kurang menguntungkan. Enzim lipoksigenase atau lipoksidase mampu mengkatalis oksidasi asam lemak tidak jenuh oleh oksigen molekuler, hal tersebut berakibat pada munculnya ketengikan dan flavor langu (*beany flavor*). Beberapa jenis protein kedelai juga memberikan pengaruh fisiologis yang spesifik, yang dikenal dengan senyawa anti-nutrisi yaitu: anti-tripsin dan hemaglutinin. (Aminah, 2010. 27-32; Muchtadi, 2010, 5-9; Murugkar dan Jha, 2009, 240-243; Murugkar, 2011, 240-243).

Perkecambahan kedelai dilaporkan dapat meningkatkan mutu gizi dan senyawa bioaktif. Setiap kacang-kacangan memiliki sistem enzim yang berperan dalam proses germinasi (perkecambahan). Selama perkecambahan terjadi perubahan-perubahan komponen kedelai, dari senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana yang lebih mudah digunakan oleh tubuh. Senyawa antinutrisi pada biji kedelai juga tereduksi selama proses perkecambahan (Aminah dan Hersoelistyorini, 2012, Astawan, 2016, 105-112; 209-217; Koo, dkk. 2015, 397-407; Kanetro, Swasono dan Paiman, 2019, 210-222, Sinaga, Sitanggang, Jessica, 2019, 65-74). Beberapa peneliti melaporkan bahwa terjadi peningkatan senyawa bioaktif pada produk kecabah kedelai. Senyawa bioaktif kecabah kedelai memiliki tingkat aktivitas yang lebih tinggi (Sinaga, Sitanggang, Jessica, 2019, 65-74; Koo, dkk. 2015, 397-407)

Senyawa bioaktif kecabah kedelai diketahui mempunyai peran fungsional, diantaranya sebagai antiosteoporosis, antidiabetik, anti hiperkolesterolemik, anti-inflamasi, antioksidan (Aminah dkk, 2017a, 94-91; Aminah, dkk, 2017b, 666-671; Zang dan Tsao, 2016; 120-124; Yang dkk, 2013, 79-85; Croft, 2016, 120-124). Komponen-komponen fungsional pada kecabah kedelai diantaranya adalah protein, asam gamma aminobutirat, vitamin E dan C, polyfenol, flavonoid (Idowu, dkk. 2019, 129-133). Beberapa faktor dapat mempengaruhi komposisi kecabah kedelai diantaranya varietas, suhu, cahaya, dan proses inhibisi air, stres lingkungan (Aminah, dkk. 2017b, Kanetro, 2017)



Penelusuran referensi pada artikel ini bertujuan untuk mengulas dan mengetahui proses perkecambahan, komposisi dan perubahan fisiologis selama proses perkecambahan, faktor-faktor yang berpengaruh terhadap komposisi kecambah, senyawa bioaktif dan karakteristik fungsional kecambah kedelai. Diharapkan hasil ulasan ini dapat memberikan manfaat kepada masyarakat dan industri dalam pengembangan pangan fungsional dengan teknologi sederhana perkecambahan, sehingga diperoleh produk yang memberikan lebih banyak manfaat kesehatan kepada masyarakat.

METODE

Artikel ini disusun berdasarkan studi literatur. Data-data baik kualitatif maupun kuantitatif dikumpulkan dari penelusuran sumber referensi baik berupa buku maupun artikel dan jurnal publikasi yang tersedia secara online.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perkecambahan

Secara umum bahan pangan kacang-kacangan dapat dkecambahkan. Sanggronis (2006) mendefinisikan perkecambahan merupakan suatu proses yang terjadi secara alamiah selama periode pertumbuhan benih. Perkecambahan benih akan terjadi bila kondisi minimum untuk pertumbuhan dan perkembangan terpenuhi. Pertumbuhan diawali dengan pecahnya kulit dan munculnya sumbu embrio.

Selama perkecambahan terjadi serangkaian proses fisiologis dan perubahan bentuk (morfologis). Proses-proses yang terjadi yaitu: inhibisi dan absorpsi air, hidrasi jaringan, absorpsi O₂, pengaktifan enzim dan pencernaan, transport molekul yang terhidrolisis ke sumbu embrio, peningkatan respirasi dan asimilasi, inisiasi pembelahan dan pembesaran sel, dan munculnya embrio (Gardner dkk. 1985).

Sejumlah hormon juga berperan selama proses perkecambahan, diantaranya adalah gibberelin, sitokinin, dan auksin. Masing-masing hormon memiliki peran yang berbeda. Secara berurutan, peran ketiga hormon tersebut dalam proses perkecambahan adalah sebagai berikut: mengaktifkan enzim hidrolitik, merangsang pembelahan sel, memicu tumbuhnya akar dan pucuk lembaga. Hormon auksin berperan dalam peningkatan pertumbuhan dengan munculnya ujung akar, akar dan pucuk lembaga (Gardner dkk. 1991).

2. Pembuatan kecambah kedelai

Proses pembuatan kecambah kedelai sangat sederhana. Ada beberapa variasi proses perkecambahan yang dilakukan oleh para peneliti. Secara umum proses pembuatan kecambah terdiri dari: pencucian, perendaman dan perkecambahan.

a. Sortasi dan Pencucian

Sortasi biji kedelai dimaksudkan untuk menghilangkan benda-benda asing dan atau biji yang rusak. Sedangkan pencucian bertujuan untuk menghilangkan kontaminasi biji kedelai. Serangkaian proses penanganan pasca panen kedelai seperti transportasi, proses pengeringan. Sehingga perlu dilakukan pencucian atau dekontaminasi dari debu dan jamur. Selain itu kontaminasi juga dapat terjadi ketika proses perendaman. Beberapa

bahan bisa digunakan untuk proses dekontaminasi, diantaranya adalah sodium hipokloric (NaClO). Konsentrasi antara 05 – 5 % dapat membunuh mikroorganisme (Pajak, dkk, 2014; Wu, dkk, 2012; Selcuk, et al, 2008), namun demikian bila penggunaan terlalu berlebihan atau tidak terukur akan menjadi residu pada keambah dan berpengaruh terhadap kesehatan.

b. Perendaman

Salah satu kondisi yang harus dipenuhi pada pembuatan kecambah adalah rehidrasi biji kering kedelai. Selama perendaman akan terjadi imbibisi air ke dalam biji kedelai. Imbibisi adalah proses penyerapan air oleh biji melalui permukaan hidrofilik (Kanetro, 2020).

Beberapa faktor yang harus diperhatikan pada proses perendaman adalah: rasio air dan biji kedelai, waktu perendaman, dan suhu. Aminah dan Wikan (2012) melakukan perendaman biji kedelai selama 8 jam dan melanjurkan hidrasi air dengan penyemprotan setiap 4 jam sekali. Perlakuan tersebut dapat menghasilkan pertumbuhan dan kecambah dengan karakteristik sensoris bagus. Penggunaan air yang berlebihan dapat mengakibatkan kondisi lingkungan yang mudah ditumbuhi mikroorganisme pembusuk, namun bila air perendaman kurang juga akan memberikan pengaruh pertumbuhan kecambah (Ray et.al., 2016; Chaiyasut et.al., 2017).

c. Perkecambahan/Inkubasi

Secara teknis perkecambahan dapat dilakukan dengan beberapa cara, baik secara sederhana ataupun yang menggunakan alat khusus perkecambahan. Waktu inkubasi setiap jenis dan varietas kacang-kacangan berbedabeda. Kanetro (2017) menjelaskan bahwa kondisi inkubasi yang harus diperhatikan adalah kelembaban (RH) mendekati 100 %. Hal tersebut dimaksudkan untuk memberikan kondisi agar biji tetap lembab dan cukup untuk pertumbuhan. Penyemprotan atau penyiram dapat dilakukan secara periodik, hingga waktu pemanenan.

Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap perkecambahan adalah hidrasi air, varietas, ketersediaan oksigen, suhu, cahaya, temperatur, kelembaban. Air berperan untuk pengembangan embrio, meningkatkan metabolisme, dan sebagai alat pengangkut cadangan makanan. Kebutuhan air untuk imbibisi setiap jenis kacang-kacangan dan varietas berbedabeda, sangat bergantung pada sifat kulit dan kotiledon (Kanetro, 2012).

Kecukupan oksigen akan sangat berpengaruh terhadap proses respirasi biji kedelai (Chaiyasut et.al., 2017). Moongangarm dan Saetung (2010) melaporkan bahwa pada kondisi anaerobik radikula pada biji padi tidak dapat tumbuh. Sebaliknya pada kondisi ketersediaan oksigen cukup, maka radikula dapat memanjang.

Suhu dan waktu perkecambahan juga berpengaruh terhadap hasil kecambah. Dilaporkan bahwa suhu 25-30°C tepat untuk proses perkecambahan (Bandar et.al, 1991; Capanzana dan Buckle, 19970. Pauchar-Munacho dkk. (2010), melaporkan bahwa ada pengaruh suhu dan waktu perkecambahan terhadap komposisi dan konsentrasi komponen bioaktif kecambah. Sedangkan Bai dkk, (2009) melaporkan bahwa pencahayaan pada waktu perkecambahan mempengaruhi komponen-komponen bioaktif kecambah. Tempat perkecambahan yang gelap dapat memberikan kondisi stress yang memicu produksi asam gamma aminobutirat (GABA) dari asam glutamat.

Stres lingkungan selama pengecambahan menyebabkan terbentuknya komponen komponen tanaman yang berperan sebagai pertahanan termasuk terhadap infeksi maupun *reactive oxygen species* (ROS), komponen tersebut dikenal dengan phytoalexin (Shibuya dan Minami, 2001; Angelova dkk, 2006). Komponen phytoalexin dapat berupa golongan flavonoid yang bermanfaat untuk kesehatan.

3. Perubahan Nilai Gizi Selama Perkecambahan

Perkecambahan adalah proses metabolisme dalam tumbuhan, yang memerlukan energi cukup tinggi. Kebutuhan energi diperoleh dari cadangan dari biji baik berupa karbohidrat, protein maupun lemak melalui proses fosforilasi oksidatif yang menghasilkan nukleotida dengan energi tinggi yaitu adenosin trifosfat (ATP). Energi yang dipergunakan untuk aktivitas akan terbentuk setelah terjadi perubahan ATP menjadi Adenosin difosfat (ADP) (Gardner, dkk. 1985). Vidal-Valverde, 2002 melaporkan bahwa selama proses perkecambahan akan terjadi penurunan cadangan bahan makanan untuk keperluan metabolisme biji dan pembentukan sel-sel baru.

Beberapa peneliti melaporkan bahwa teknologi sederhana perkecambahan dapat memperbaiki komponen gizi seperti: protein, asam amino bebas, α -tocopherol, vitamin C, serat, dan komponen lain serta meningkatkan komponen bioaktif seperti polifenol dan isoflavon (Anggraini, 2007; Khandelwal dkk. 2010; Mugendi dkk. 2010; Rusydi dkk. 2011) Peningkatan komponen total fenol pada kedelai yang telah dikecambahkan telah dilaporkan Wu dkk. (2012). Sedangkan hasil penelitian Duenas dkk. (2009), menunjukkan bahwa terjadi peningkatan komponen fenolik biji lupin sebanyak 63 % pada hari ke 4 perkecambahan.

Selain komponen fenolik, tokoferol dan isoflavon juga diketahui terjadi peningkatan masing masing 32.4% and 27.9% Sun-Lim dkk. (2012). Kapasitas antioksidan kecambah juga mengalami peningkatan di banding kacang-kacangan (Paucar-Menacho dkk. 2010; Syah dkk. 2011). Tabel 1 menunjukkan komposisi kedelai dan Kecambah kedelai (basah).

Tabel 1
Komposisi Zat Gizi Kacang Kedelai dan Kecambah Kedelai

Komposisi Zat Gizi per 100 g	Kacang Kedelai	Kecambah Kedelai
Air (g)	12.7	81
Energi (kkal)	381	76
Protein (g)	40.4	9
Lemak (g)	16.7	2.6
Karbohidrat (g)	24.9	6.4
Serat (g)	3.2	-
Abu (g)	5.5	1
Kalsium (mg)	222	50
Fosfor (mg)	682	65
Besi (mg)	10	1
Natrium (mg)	-	-
Kalium (mg)	-	-
Karoten Total (µg)	31	110
Tiamin (mg)	0.52	0.23
Vitamin C (mg)	-	15

Sumber: PERSAGI, 2009. Tabel Komposisi Bahan Pangan Indonesia

4. Senyawa bioaktif dan karakteristik fungsional Kecambah Kedelai

a. Protein

Kadar protein kecambah kedelai diketahui lebih tinggi dibanding dengan biji. Peningkatan kadar protein selama proses perkecambahan disebabkan karena terjadinya pembentukan asam-asam amino esensial yang merupakan senyawa penyusun protein yang diperlukan selama perkecambahan (Anggraini, 2007).

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa protein pada kedelai dan kecambah kedelai berperan dalam pencegahan penyakit degeneratif. Hasil penelitian Kanetro dkk. 2008, menunjukkan bahwa protein kecambah memiliki kemampuan lebih baik dalam menstimulasi sekresi insulin pada pancreas tikus normal dan diabetes dibanding protein kedelai. Demikian juga laporan dari Winarsi dan Purwanto 2010, bahwa susu yang mengandung ekstrak protein kecambah kedelai dapat menurunkan produksi sitokin inflamasi (IL-1beta) pada penderita diabetes millitus tipe 2 (DMT-2). Hasil penelitian Vernasa dkk. 2012 menunjukkan bahwa ekstrak protein kecambah yang diperoleh dari kombinasi perlakuan pengecambahan 72 jam dan hidrolisis dengan alkalase 1 jam menghasilkan senyawa bioaktif dengan aktivitas antioksidan yang lebih kuat, serta mempunyai kemampuan dalam perbaikan dan pengurangan beberapa penanda inflamasi.

Mesomya dkk. 2013 melaporkan bahwa pemberian diit 28 % protein kecambah kedelai dapat mereduksi kolesterol serum, trigliserid dan LDL-c pada tikus.



b. Isoflavon

Isoflavon adalah salah satu senyawa bioaktif polifenol hasil metabolit sekunder. Aktifitas biologis yang dimiliki isoflavon mirip dengan estrogen, sehingga umum disebut sebagai fitoestrogen. Jenis isoflavon pada kedelai sebanyak 12 yang terdapat dalam dua bentuk yaitu glikosida (terikat pada molekul gula) dan aglikon (tidak terikat). Bentuk aglikon terdiri dari daidzein, genistein dan glisetein (Muchtadi, 2012, 132). Jumlah isoflavon pada kedelai didominasi genistein dan daidzein, sedangkan dalam protein kecambah kedelai didominasi daidzein dan glisetein. Selama proses perkecambahan terjadi peningkatan komponen isoflavon. Hasil penelitian Pauchar-Munacho dkk. 2010, menunjukkan peningkatan isoflavon yang paling optimum diperoleh pada perkecambahan 63 jam dan suhu 25oC.

Beberapa peneliti telah melaporkan peran isoflavon untuk kesehatan. Aminah, et.al (2017a) melaporkan bahwa konsumsi tepung kecambah kedelai dapat mencegah terjadinya osteoporosis pada tikus model ovariektomi. Disamping itu konsumsi kecambah kedelai juga dapat mempertahankan kalsium dan fosfor dalam darah (Aminah et al., 2017b.) Peran pencegahan osteoporosis tersebut terjadi melalui metabolisme pada tulang. Kondisi deplesi estrogen pada tikus ovariektomi akan mempengaruhi metabolisme kalsium. Dan bila kondisi sudah tidak memungkinkan maka akan mengambil cadangan kalsium dalam tulang. Dengan demikian dalam jangka waktu tertentu, densitas tulang menjadi berkurang yang bila berlanjut lama akan berakibat pada pengeroposan tulang.

c. Asam gamma aminobutirat (GABA)

GABA atau asam gamma aminobutirat merupakan asam amino non protein hasil dekarboksilasi L-asam glutamat yang dikatalis oleh glutamat decarboxylase (GAD, EC 4.1.1.15). Perkecambahan kedelai dilaporkan dapat meningkatkan komponen GABA. Suhu dan waktu perkecambahan diketahui memberikan pengaruh terhadap kandungan GABA (Xu dan Hu, 2012). GABA berperan sebagai neurotransmitter pada susunan syaraf pusat dan memberikan keuntungan kesehatan baik bagi hewan maupun mamalia. Peran terhadap kesehatan diantaranya menurunkan tekanan darah dan menghambat pertumbuhan kanker.

d. Vitamin

Proses perkecambahan diketahui dapat meningkatkan komponen vitamin C dan E. Plaza, Ancos, dan Cano (2003) melaporkan bahwa kecambah kedelai memiliki kandungan vitamin C dan vitamin E lebih tinggi dibanding biji kedelai. Vitamin E biji kedelai kering sebanyak 0.89 mg, setelah dikecambahkan menjadi 7,91. Sedangkan vitamin C biji 99,5 meningkat menjadi 16 mg setelah dikecambahkan. Demikian juga laporan dari Anggraini, (2007), selama perkecambahan kacang hijau terjadi peningkatan jumlah vitamin E. Semakin lama waktu perkecambahan komponen vitamin E semakin tinggi. Vitamin E disintesis setelah inkubasi selama 36-48 jam. Xu (2005) menjelaskan bahwa peningkatan vitamin C pada proses perkecambahan disebabkan karena reaktivasi enzim. kan komponen vitamin C dan vitamin E.

Kedua vitamin tersebut diketahui memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi sehingga sering disebut dengan vitamin antioksidan. Vitamin E menunjukkan aktivitas sebagai penghambat kanker (colon, paru, payudara) (Yang, dkk, 2013).

e. Polifenol

Polifenol merupakan sekelompok molekul kecil yang didalam strukturnya mengandung satu unit fenol (Frias, dkk. 2005). Secara umum polifenol berada dalam bebas ataupun terikat pada tumbuhan. Beberapa studi menunjukkan perkecambahan kedelai dapat meningkatkan komponen polifenol. Hasil penelitian Gan dkk, (2016), menunjukkan bahwa terjadi peningkatan signifikan komponen polifenol pada hari ke 5 perkecambahan kacang hijau. Glukosa merupakan prekursor penting dalam sintesis fenolat, melalui beberapa jalur diantaranya: glikolisis, propanoid, oksidasi fosfat pentosa dan jalur asetat. Umumnya bebijian yang dapat berkecambah mengandung fenolat terikat (Ti, dkk. 2014).

KESIMPULAN

Perkecambahan adalah teknologi sederhana pengolahan kacang kedelai. Selama perkecambahan terjadi perubahan komponen gizi maupun bioaktif. Komponen bioaktif dilaporkan lebih tinggi dibanding biji kedelai. Komponen bioaktif memberikan manfaat untuk kesehatan. Dengan demikian teknologi sederhana perkecambahan dapat diaplikasikan untuk meningkatkan komponen bioaktif kedelai dan dapat digunakan untuk pengembangan pangan fungsional.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anggraini, S. 2007. Pengaruh Lama Pengecambahan terhadap Kandungan γ Tokoferol dan Senyawa Proximat Kecambah Kacang Hijau. *Agritech*, 27(4). 152-156
2. Angelova, Z.S., Georgiev W., dan Roos. 2006. *Elicitation of Plant*. *Biotechnol.& Biotechnol*
3. Aminah, Siti. 2010. *Potensi Campuran Kecambah Beras Coklat dan Kecambah Kedelai Sebagai Minuman Fungsional Tinggi Serat dan Protein*. *Jurnal Pangan dan Gizi*. 01(02). Prodi Teknologi Pangan Unimus.Semarang
4. Aminah, Siti dan Hersoelistyorini, W, 2012. *Karakteristik Kimia Tepung Kecambah Serealia dan Kacang-kacangan dengan Variasi Blanching*. [Http://Jurnal .Unimus.ac.id](http://Jurnal.Unimus.ac.id). 209-217)
5. Aminah, Siti., Suparmo, Naruki, Sri., Wuryastuti, Hastari. 2017a. Soybean Sprouts Inhibit Bone Turnover in Ovariectomized Rats. *Pakistan Journal of Nutrition*. 16.p 666-671
6. Aminah, Siti., Suparmo, Naruki, Sri., Wuryastuti, Hastari. 2017b. Consumption of Elicited Soybean Sprout Flour Increases Calcium Level in Serum Ovariectomized Rats. *Universa Medicina*.36 (2).94-101.
7. Astawan, Made, 2016. *Karakteristik Fisiko Kimia Tepung Kecambah Kedelai*. *Pangan* 25(2).1005-112
8. Chaiyasut, C., et al, 2017. Optimization of Conditions to Achieve High Content of Gamma amino butyric acid in Germinated black Rice, and Change in Bioactivities. *Food Science and Technology*, 37: 83-93
9. Crof, Kevin D. 2016. Dietary Polyfenols: Antioxidans or Not? 2016. *Archives of Biochemistry and Biophysic*. 595.120-124



10. Dueñas, M., Hernández, E.I., Fernández D., 2009. *Germination as a process to increase the polyphenol content and antioxidant activity of lupin seeds (Lupinus angustifolius L.)*. Food Chemistry 117: 599-607. ScienceDirect. Elsevier
11. Frias, J., Miranda.M.L., Doblado, R., Vidal-Valvare, C.2005. Effect Germination and Fermentation on The Antioxidan Vitamin Content and Antioxidant Capacity of *Lupinus albus*. *L.var.Multolupa*. Food Chemistry. 92 (211-220)
12. Gardner, F.P., Pearce B.R., Mitchell R.L. 1985. *Physiology of Crop Plants*. Penerjemah: Suliso, H., 1995. Fisiologi Tanaman Budaya. UI Press. Hal.291
13. Gan, R.Y., Wang, M.F., Lui, W.Y., Wu, K., Corke, H., 2016. Dynamic Changes in Phytochemical composition and Antioxidant Capacity in green and black mung bean (*Vigna radiata*) Sprouts. International Journal of Food Science and Tecnology. 51: 2090-2098.
14. Idowu, Anthony Temitope, Olatunde, Oladipupo Odunayo, Adekoya, Ademola Ezekiel, dan Idowu Solomon, 2019. Germination: an Alternative Source to Promote Phytonutrients
15. Khandelwal, S., Udipi A.S., and Ghugre P. 2010. *Polyphenols and tannins in Indian pulses: Effect of soaking, germination and pressure cooking*. Food Research International (Elsevier ScienceDirect) 43 : 528-529: 526-530
16. Kanetro, Bayu, Swasono, Didit Heru, dan Paiman. 2019. Improvement of Starch Gelatinization and Amino Acids Profile of Growol With Addition of Germinated Mungbean. Sys Rev. Pharm.10 (2) (p.210-222)
17. Kanetro, Bayu. 2017. Teknologi Pengolahan dan Pangan Fungsional Kacang-Kacangan. Plantaxia. Yogyakarta. 81-98
18. Krisnawati, Ayda. 2017. Kedelai Sebagai Sumber Pangan Fungsional. Iptek Tanaman Pangan, 12 (1), (57-65).
19. Koo, Sung Cheol, Kim Sang Gon, Bae, Dong-Wong, Kim, Hyun Young, Kim, Hyun Tae, Lee, Young Hoo, Kang, Beom Kyu, Baek, Seong-Bum, Baek, In Youl, Yun, Hong Tai, Chol, Man Soo. 2015. *Biochemical and Proteomic Analysis of Soybean Sporuts at Different Germination Temperatur*. J. Korean Soc. Appl.Biol. Chem. 5(8); (397-407).
20. Martirosyan, Danik M, dan Singh, Jaishree. 2015. *A New Definition of Functional Food by FFC: What Makes a New Definition Unique*. *Functional Food in Health and Disease*, 5(6); (p. 209-223); Functional Food Center/Functional Food Institute, Dallas, TX 75252, USA.
21. Muchtadi, Deddy. 2010. *Pangan Fungsional dan Senyawa Bioaktif*. Bandung. Alfabeta
22. Muchtadi, Deddy. 2010. *Kedelai Komponen Untuk Kesehatan*. Bandung. Alfabeta
23. Mugendi, J.B., Njag E.N.M., Kuria E.N., Mwasaru M. A., Mureithi J. G., and Apostolides Z. 2010. Effects of processing technique on the nutritional composition and anti-nutrient content of mucuna bean (*Mucuna pruriens L.*). *African Journal of Food Science (Academic Journals)*: 156-166
24. Murugkar, Dipika Agrahar dan Ja, Krishna. 2009. *Effect of Sprouting on Nutritional and Functional Characteristics of Soybean*. J. Food Sci Technology, 46 (3),(p. 240-243)
25. Murugkar, Dipika Agrahar, 2011. *Effect of Sprouting of Soybean on the Chemical Composition and Quality of Soymilk and Tofu*. J. Food Sci Technology
26. Paucar-Menacho L.M., Berhow A.M., Mandarino G.M.J., Gonzalez de Mejia E., and Chang K.Y. 2010. *Optimisation of germination time and temperature on the concentration*. Food Chemistry (Elsevier) 119 : 636–642
27. PERSAGI, 2009. *Tabel Komposisi Pangan Indonesia*. Gramedia Jakarta



28. Ray, M., Ghosh, K., Singh, S., Mondal, K.C. 2016. Folk to Functional: an explorative Overview of Rice-Base fermented foods and Beverages in India. *Journal of Ethnic Foods*, 3:5-18.
29. Rusydi, M.R.M., and Azrina A. 2012. Effect of Germination on total phenolic, tanning and phytic acid content in soy bean and peanut. *International Food Research Journal*. 19: 673 – 677
30. Selcuk, M., Oksuz, L., Basaran, P. 2008. Decontamination of Grain and Legumes Infected with *Aspergillus* spp. And *Penicillium* spp. By cold plasma Treatment. *Bioresource Technology*, 99: 5104-5109
31. Shibuya, N., dan Minami E. 2001. Oligosaccharide Signaling for Defence Responses in plant. *Physiological and Molecular Plant Pathology* (<http://www.idealibrary.com.on> Ideal) 59 (2001): 223: 233-233
32. Sinaga, Wnny Silvia Loren Boru, Sitanggung, Azis Boing, Jessica. 2019. *Optimasi Kapasitas Antioksidan Kecambah Kedelai Varietas Wilis*. *J. Teknologi Pangan dan Kesehatan*. 1(2) (65-72). Fak. Teknologi Pangan dan Kesehatan. Univ. Sahid. Jakarta
33. Susanto, Danar A, Setyoko Ajun Tri, Harjanto, Singgih dan Prasetio, Eko. 2019. *Pengembangan Standar Nasional Indonesia (SNI) Pangan Fungsional untuk Mmembantu Mengurangi Resiko Obesitas*. *Jurnal Standarisasi*. 2(1) (p. 31-44)
34. Sun-Lim, K., Jae-Eun L., Young-Up K., Wook-Han K., Gun-Ho J., Dea-Wook Kim., Choon-Ki L., Yu-Young L., Mi-Jung K., ul-Ho K., Tae-Young H., and Ill-Min Chung. 2012. *Introduction and nutritional evaluation of germinated soy germ*. *Food Chemistry* (ScienceDirect.Esevier), page: 491–500
35. Syah, A.S., Zeb A., Masood T., Noreen N., Abbas J.S., Samiulah M., Alim dan Muhammad A. 2011. Effects of Sprouting time on biochemical and nutritional qualities of Mungbean varieties. *African Journal of Agricultural Research* (Academic Journal), 5091-5098
36. Ti, Huihui; Zang Ruifen., Zhang Mingwei, Li Qing, Wei Zhengchen, Zhang Yan, Tan Xiaojun, Deng Yuangyuan, Liu Lei, Ma Yongxuan. (2014). Dynamic Change in the Free and Bound Phenolic Compound and Antioksidan Activity of Brown rice at Diferrent germination stage. *Food Chemistry*. 161. 337-244
37. Pajak, P., Socha, R, Galkowska, D, Roznowski, J., Fortuna, T. 2014. Phenolic Profile and Antioxidant Activity in Selcted Seeds and Sprouts. *Food Chemistry*, 143: 300-306
38. Plaza, Lucia., Ancos, Bego★a de Ancos, Cano M.Pilar. 2003. Nutritional and Health-related Compounds in Sprouts and seeds of Soybean (*Glycine max*), Wheat (*Triticum aestivum*. L) and Alfalfa (*Medicago sativa*) Treated by a New Drying Method. *Eur Food Res Tehnol*. 216: 138-144.
39. Wu, Z, et al 2012; Germination Dramatically Increases Isoflavonoid Content and Diversity in Chickpea (*Cicer arietenum* L.) seed. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60: 8606-8615
40. Xu, Jian-Guo dan Hu, Qing-Ping. 2014. Change in gamma-Aminobutiric acid and relatid enzy activities in Jindow 25 Soybean (*Glycine max* L.) seeds during Germintaion. *LWT-Food Science Technology* 55:341-346
41. Yang, Chung S., Li Guangxun., Yang, Zhihong, Guan Fei., Chen Amber., Ju, Jihyeun. 2013. *Cancer Latter*. 334. 79-85
42. Zhang, Hua dan Tsao Rong. 2016. Dietary polyphenol, Oxidative Stress and Antioxidant and Anti-Inflammatory Effect. *ScienceDirect*. 8:33-42