

## KOMPONEN BIOAKTIF PADA BEBERAPA SUSU NABATI BERBASIS KACANG-KACANGAN DAN POLONG-POLONGAN

### *BIOACTIVE COMPONENTS IN SOME VEGETABLE MILK BASED ON NUTS AND PEAS*

**Gabriele Sabrina Romadani**

Mahasiswa Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian,  
Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

[foodtech.gabriele.s.20@ukwms.ac.id](mailto:foodtech.gabriele.s.20@ukwms.ac.id)

#### **Abstrak**

*Susu nabati merupakan produk alternatif sebagai pengganti susu hewani. Susu nabati dianggap lebih baik daripada susu hewani karena memiliki komposisi lemak jenuh dan kalori yang lebih rendah daripada susu hewani. Konsumen memilih produk nabati dengan pertimbangan kesehatan, kepedulian terhadap hewan dan lingkungan, serta intoleransi laktosa. Penelitian mengenai senyawa bioaktif yang terkandung pada bahan pangan nabati banyak dilakukan untuk meningkatkan nilai dari susu nabati. Sumber bahan nabati yang berasal dari kacang-kacangan dan polong-polongan diketahui mengandung sejumlah senyawa bioaktif yang memberikan efek positif terhadap kesehatan manusia. Tujuan penulisan kajian ini adalah untuk memaparkan berbagai informasi terkait senyawa bioaktif yang terkandung pada berbagai susu nabati berbahan dasar kacang-kacangan dan polong-polongan, seperti peptida bioaktif, lipid bioaktif, isoflavon, fitosterol, dan tokoferol. Ulasan akan dikembangkan pada peranan positif senyawa tersebut terhadap kesehatan tubuh. Susu nabati dapat memberikan efek kesehatan yang bermanfaat sebagai antioksidan pada sistem kekebalan tubuh dan mengurangi risiko penyakit kardiovaskular.*

*Kata kunci: senyawa bioaktif, peptida bioaktif, lipid bioaktif, isoflavon, fitosterol, tokoferol*

#### **Abstract**

*Plant-based milk is an alternative product as a substitute for dairy milk. Plant-based milk is considered better than dairy milk because it has a lower saturated fat and calorie composition than dairy milk. Consumers prefer plant-based products with health considerations, concern for animals and the environment, and lactose intolerance. Research on bioactive compounds contained in plant foods has been carried out by many researchers to increase the value of plant-based milk. Nuts and legumes are known to contain a number of bioactive compounds that have a positive effect on human health. The purpose of this review is to describe various information related to bioactive compounds contained in various plant-based milks made from nuts and legumes, such as bioactive peptide, bioactive lipid, isoflavones, phytosterols, and tocopherols. Reviews will further discuss the positive roles of these compounds on body health. Plant-based milk can provide beneficial health effects as antioxidants on the immune system and reduce the risk of cardiovascular disease.*

*Keywords: bioactive compounds, bioactive peptide, bioactive lipid, isoflavones, phytosterols, tocopherols*

## **PENDAHULUAN**

Pengembangan produk susu nabati atau *plant-based milk* telah berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir (Sethi et al., 2016). Hal tersebut disebabkan oleh peningkatan produksi dan penjualan susu nabati yang dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain adalah penerapan pola hidup veganisme, peningkatan kesadaran akan kesehatan (alergi terhadap susu hewan, intoleransi laktosa, dan kekhawatiran kolesterol), serta kepedulian terhadap hewan dan lingkungan. Susu nabati dianggap lebih

baik daripada susu hewani karena memiliki komposisi lemak jenuh dan kalori yang lebih rendah daripada susu hewani (Maris & Radiansyah, 2021). Penelitian terdahulu menunjukkan pula bahwa beberapa bahan pangan nabati sebagai bahan baku pembuatan susu nabati memberikan berbagai manfaat baik bagi tubuh seperti meningkatkan sistem kekebalan tubuh, menurunkan risiko penyakit kardiovaskular dan pencernaan, menurunkan risiko massa tulang yang rendah, dan memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi (Paul et al., 2020).

Susu nabati merupakan sari atau ekstrak yang diperoleh dari berbagai sumber nabati (Maris & Radiansyah, 2021). Susu nabati berdasarkan sumbernya dapat diklasifikasikan ke dalam kategori susu nabati berbasis sereal (*rice milk, spelt milk, corn milk, oat milk*), kacang-kacangan (*hazelnut milk, walnut milk, almond milk, pistachio milk*), polong-polongan (*peanut milk, soy milk, cowpea milk*), biji-bijian (*sunflower milk, flax milk, sesame milk, hemp milk*), dan *pseudo-cereal (quinoa milk, amaranth milk, teff milk)* (Sethi et al., 2016). Proses pembuatan susu nabati secara garis besar meliputi tahapan pemanggangan, penggilingan kering, pengupasan, perendaman, blansir, penggilingan basah, filtrasi, penambahan bahan, fortifikasi atau pengkayaan, sterilisasi, homogenisasi, pengemasan aseptik, dan penyimpanan suhu dingin (Aydar et al., 2020).

Komponen bioaktif merupakan senyawa sebagai nutrisi ataupun non-nutrisi pada bahan pangan yang dapat menghasilkan efek fisiologis di luar sifat dasarnya sebagai zat gizi, seperti serat pangan, antioksidan, vitamin, dan mineral (Das et al., 2012). Salah satu contoh polong yang telah diolah menjadi susu nabati yaitu kedelai yang mengandung berbagai senyawa fitokimia bioaktif, antara lain isoflavon dan fitosterol. Isoflavon dikenal sebagai fitoestrogen karena memiliki aktivitas estrogenik dan dapat menurunkan risiko kanker pada manusia sedangkan fitosterol dapat mengurangi jumlah kolesterol (Lee et al., 2012; Witkowska et al., 2022). Kacang-kacangan dan polong-polongan juga mengandung asam lemak tak jenuh yang tinggi dan jumlah asam lemak jenuh yang rendah, seperti pada kedelai, kacang almond, dan kacang tanah (Trustinah & Kasno, 2012). Komponen asam lemak tak jenuh pada kacang-kacangan dan polong-polongan dapat bersifat bioaktif sebagai lipid bioaktif dalam tubuh. Menurut Lu et al. (2018), diet kedelai dan kacang-kacangan dapat mengurangi risiko

gangguan neurodegeneratif seperti penyakit alzheimer. Susu nabati dengan bahan dasar *walnut, hazelnut, pistachio, dan peanut* memiliki efek positif karena kaya akan aktivitas antioksidan dan asam lemak yang dapat mengurangi risiko penyakit kardiovaskular, kanker, aterosklerosis, dan diabetes (Zujko & Witkowska, 2014).

Penulisan ini bertujuan untuk memaparkan berbagai informasi terkait senyawa bioaktif yang terkandung pada berbagai susu nabati berbahan dasar kacang-kacangan dan polong-polongan. Ulasan akan dikembangkan pada peranan positif senyawa tersebut terhadap kesehatan tubuh.

### **PEPTIDA BIOAKTIF**

Peptida bioaktif adalah bagian dari protein yang memiliki aktivitas fisiologis di luar nutrisi dasar. Peptida bioaktif tidak aktif secara fungsional dalam protein, tetapi perlu dilepaskan melalui proteolisis pada pencernaan untuk memenuhi peran bioaktif spesifiknya (Akbarian et al., 2022). Susu kedelai merupakan produk olahan kedelai yang kaya akan protein sekaligus sebagai sumber peptida bioaktif. Protein kedelai sebagian besar terdiri dari glycinin dan  *$\beta$ -conglycinin* (Li et al., 2020).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Capriotti et al. (2015), simulasi pencernaan protein yang diisolasi dari kedelai dan susu kedelai berhasil menghasilkan peptida bioaktif. Salah satu peptida bioaktif yang berasal dari susu kedelai adalah peptida YVVFVK, merupakan bagian dari protein *glycinin*, yang memiliki aktivitas menghambat *angiotensin converting enzyme* (Capriotti et al., 2015).

Peptida bioaktif memiliki beberapa fungsi penting, seperti aktivitas antioksidan, antiinflamasi, antikanker, antimikroba, dan

efek antihipertensi (Wang et al., 2019). Salah satu manfaat peptida bioaktif yang paling dikenal adalah sebagai antihipertensi. Peptida bioaktif dapat menghambat aktivitas *angiotensin converting enzyme* (ACE) (Jao et al., 2012). *Angiotensin converting enzyme* (ACE) adalah enzim yang berperan dalam pengaturan tekanan darah (Hermanto et al., 2019).

### **Lipid Bioaktif**

Lipid bioaktif merupakan lipid yang memiliki sifat fungsional terhadap kesehatan tubuh yang dikaitkan dengan sifat fisik atau kimia dari molekul tersebut. Jenis lipid bioaktif yang paling penting adalah asam lemak tak jenuh ganda (PUFA) (Duhan et al., 2020). PUFA berperan dalam respon imun dengan bertindak sebagai substrat untuk sintesis pembawa pesan kedua lipid yang terlibat dalam aktivasi sel dan untuk biosintesis membran sel (Sibbons et al., 2018). PUFA dikelompokkan menjadi omega-3, dengan jalur sintesis utama dari asam  $\alpha$ -linolenat, dan omega-6, dengan jalur sintesis utama dari asam linoleat (Szczyko et al., 2020). Kandungan PUFA pada beberapa susu nabati dan susu sapi disajikan dalam Tabel 1.

Susu kedelai memiliki jumlah kolesterol yang rendah serta protein dan PUFA yang tinggi (Han et al., 2021). Susu kedelai merupakan sumber PUFA esensial yang dianggap baik untuk kesehatan jantung (Sethi et al., 2016). Susu kedelai mengandung PUFA berupa asam linoleat dan asam  $\alpha$ -linolenat (Peñalvo et al., 2004 dalam Han et al., 2021). PUFA utama pada susu almond adalah asam linoleat sedangkan pada susu hazelnut mengandung asam linoleat (Aydar et al., 2020).

PUFA dapat memberikan dampak yang baik bagi tubuh manusia. PUFA mampu mengurangi peradangan dan dapat membantu menurunkan risiko penyakit kronis seperti penyakit jantung, kanker, dan radang sendi

(Wall et al., 2010). PUFA yang dimetabolisme oleh lipoksigenase dan siklooksigenase menjadi berbagai metabolit monohidroksi dapat dimetabolisme oleh enzim spesifik menjadi eikosanoid dan dokosanoid (Szklenar et al., 2013). Eikosanoid adalah lipid bioaktif yang mengatur proses homeostatis dan inflamasi (Dennis & Norris, 2015). Dokosanoid dapat memberikan efek antioksidan, antiinflamasi, dan antiapoptotik pada jaringan otak (Naudí et al., 2015).

Tabel 1. Kadar PUFA pada beberapa susu nabati dan susu sapi

Jenis susu nabati	Asam lemak tak jenuh ganda (%)	Referensi
<i>Soy milk</i>	55-63	Peñalvo et al., 2004 <u>dalam</u> Han et al., 2021
<i>Almond milk</i>	24,45	Ceylan & Ozer, 2020
<i>Hazelnut milk</i>	11,73 $\pm$ 0,02	Padilla et al., 2020
<i>Bovine milk</i>	2,21	Padilla et al., 2020

### **Isoflavon**

Isoflavon merupakan kelompok fitoestrogen yang secara alami terdapat pada bahan pangan nabati. Fitoestrogen adalah senyawa fenolik non steroid alami yang menyerupai estrogen steroid yang umum terkandung pada tanaman (Křížová et al., 2019). Fitoestrogen terbagi menjadi dua kelompok, yaitu flavonoid dan non-flavonoid, sedangkan isoflavon merupakan bagian dari flavonoid (Mostrom & Evans, 2011). Dalam susu nabati, seperti senyawa isoflavon, sehingga pengaturan waktu dan suhu optimal pada proses termal perlu dilakukan agar diperoleh produk susu nabati dengan nilai gizi yang tinggi (Huang et al., 2006 dalam Han et al., 2021).

Isoflavon memberikan dampak baik bagi kesehatan dengan meningkatkan perlindungan

terhadap kanker, penyakit kardiovaskular, osteoporosis, gangguan neurodegeneratif, dan penyakit kulit (Aydar et al., 2020). Isoflavon pada kedelai juga berperan dalam pencegahan dan pengobatan beberapa penyakit yang meliputi anti tumor, anti menopause, anti penuaan, peningkatan kemampuan belajar dan memori pada wanita menopause, serta diabetes (Wang et al., 2013).

### **Fitosterol**

Fitosterol adalah senyawa bioaktif yang ditemukan dalam bahan pangan nabati dan memiliki struktur kimia yang menyerupai kolesterol (Cabral & Klein, 2017). Fitosterol dapat dikelompokkan ke dalam dua kelompok besar, yaitu sterol tumbuhan dan stanol tumbuhan (Cabral & Klein, 2017; Gylling & Simonen, 2015). Sterol tumbuhan yang umum ditemukan dalam bahan pangan adalah  $\beta$ -sitosterol, campesterol, dan stigmasterol, sedangkan jenis stanol tanaman yang paling umum adalah  $\beta$ -sitostanol dan campestanol (Han et al., 2008). Jumlah fitosterol pada beberapa kacang dan polong disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kadar fitosterol pada beberapa kacang dan polong sebagai bahan susu nabati

Sumber	Kadar fitosterol	Referensi
<i>Almond</i>	34 - 56 mg/100g kacang	Dreher, 2012
<i>Hazelnut</i>	133,8 - 263 mg/100g kacang	Nunzio, 2019
<i>Pistachio</i>	61 - 82 mg/100g kacang	Dreher, 2012
<i>Soybean</i>	810 $\mu$ g/g kacang	Young et al., 2020
<i>Cashew</i>	117,5 - 122,4mg/100g minyak	Krenn et al., 2013

Decloedt et al. (2018) menemukan bahwa fitosterol glikosidik yang larut dalam air adalah  $\beta$ -sitosterol,  $\beta$ -sitosterol- $\beta$ -D-glukosida (BSSG), stigmasterol, campesterol, brassicasterol, dan ergosterol dalam berbagai jenis minuman nabati termasuk *soymilk*, *cashew milk*, *almond milk*, dan *oat milk*.  $\beta$ -sitosterol, campesterol, dan stigmasterol

adalah jenis fitosterol yang paling banyak ditemukan pada bahan pangan nabati (Gies et al., 2020).

Bioavailabilitas fitosterol dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti jenis, sumber, dan proses pengolahan (Salehi et al., 2021). Contoh pengaruh proses pengolahan terhadap bioavailabilitas fitosterol adalah proses pemanggangan dalam pembuatan susu *almond*.

Susu almon yang diolah tanpa tahap pemanggangan memiliki konsentrasi  $\beta$ -sitosterol- $\beta$ -D-glukosida (BSSG) yang lebih tinggi daripada susu minuman almon yang diolah melalui tahap pemanggangan (Decloedt et al., 2018). Hal tersebut karena pada proses pemanggangan menggunakan panas yang dapat mendukung degradasi senyawa BSSG pada kacang almon (Salazar et al., 2019).

Fitosterol dapat memberikan dampak positif terhadap kesehatan manusia, salah satunya adalah menurunkan kolesterol. Mekanisme utama fitosterol dalam menurunkan kolesterol adalah kompetisi fitosterol dengan molekul kolesterol dalam saluran pencernaan (Cabral & Klein, 2017). Fitosterol juga mampu mengurangi risiko penyakit jantung, stroke, serta memiliki kandungan antioksidan yang tinggi sehingga dapat mencegah kanker ovarium, payudara, perut, prostat, dan paru-paru (Rawal et al., 2015).

### **Tokoferol (Vitamin E)**

Tokoferol adalah senyawa alami vitamin E yang berasal dari tumbuhan, terutama minyak nabati dan kacang-kacangan (Rizvi et al., 2014). Bentuk utama tokoferol pada bahan makanan adalah  $\alpha$ - tokoferol dan  $\gamma$ -tokoferol (Szewczyk et al., 2021). Bentuk alfa ( $\alpha$ ) dari tokoferol banyak ditemukan pada bahan pangan nabati dan dianggap paling aktif atau memiliki bioaktivitas yang tinggi (Szewczyk et al., 2021).

Kacang-kacangan dan polong-polongan merupakan bahan nabati yang mengandung tokoferol dengan jumlah yang banyak. Jumlah tokoferol pada setiap jenis kacang dan polong bervariasi. *Pistachio* (*Pistacia vera* L.) merupakan salah satu jenis kacang yang sering digunakan untuk memproduksi susu nabati. *Pistachio* mengandung konsentrasi kalium,  $\gamma$ -tokoferol, fitosterol, dan karotenoid xantofil paling tinggi di antara kacang-kacangan (Bulló et al., 2015). Jumlah tokoferol pada kacang-kacangan dan polong-polongan disajikan pada Tabel 4.

$\alpha$ -tokoferol memiliki stabilitas yang mudah berubah akibat faktor lingkungan (Fleshner, 2002 dalam Narsih, 2018).  $\alpha$ -tokoferol memiliki sifat sensitif terhadap panas serta dapat mengalami oksidasi apabila mengalami kontak dengan logam (Mumtaz et al., 2020).

Pengolahan kacang-kacangan dan polong-polongan menjadi susu nabati memerlukan proses pemanasan, sehingga memungkinkan adanya penurunan jumlah  $\alpha$ -tokoferol.  $\alpha$ -tokoferol larut dalam lemak dengan aktivitas antioksidan yang tinggi sehingga mampu melindungi komponen membran dari kerusakan akibat radikal bebas (Zeece, 2020).  $\alpha$ -tokoferol menghentikan radikal bebas dengan menyumbangkan hidrogen dari gugus hidroksil pada cincin kromannya (Zeece, 2020). Tokoferol berperan dalam pencegahan dan pengobatan penyakit jantung, kanker, dan penyakit Alzheimer (Tucker & Townsend, 2005).

Tabel 4. Kadar tokoferol pada beberapa kacang dan polong sebagai bahan susu nabati

Sumber	Kadar tokoferol	Referensi
<i>Hazelnut</i>	298 - 513 mg/kg minyak	Vujević et al., 2014
<i>Pistachio</i>	23,6 $\mu$ g/100g kacang	Hejtmánková et al., 2018
<i>Almond</i>	2489,7 $\mu$ g/100g kacang	Wojdyło et al., 2022
<i>Peanut</i>	420,60 mg/kg minyak	Zhang et al., 2022
<i>Soybean</i>	76,9 - 360,3 $\mu$ g/g kacang	Young et al., 2020

## KESIMPULAN

Kacang-kacangan dan polong-polongan telah umum digunakan sebagai bahan baku susu nabati karena memiliki komposisi nutrisi yang baik serta mengandung senyawa bioaktif, yaitu peptida bioaktif, lipid bioaktif, isoflavon, fitosterol, dan tokoferol. Senyawa bioaktif pada susu nabati dapat memberikan efek kesehatan yang bermanfaat seperti meningkatkan sistem kekebalan tubuh, aktivitas antioksidan, dan mengurangi risiko penyakit kardiovaskular.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aydar, E. F., Tutuncua, S., & Ozcelik, B. (2020). Plant-based milk substitutes: Bioactive compounds, conventional and novel processes, bioavailability studies, and health effects. *Journal of Functional Foods*, 70, 103975.
- Akbarian, M., Khani, A., Eghbalpour, S., & Uversky, V. N. (2022). Bioactive Peptides: Synthesis, Sources, Applications, and Proposed Mechanisms of Action. *International Journal of Molecular Sciences*, 23, 1445.
- Bulló, M., Falgarona, M. J., Alonso, P. H., & Salvadó, J. S. (2015) Nutrition attributes and health effects of pistachio nuts. *British Journal of Nutrition*, 113(S2), S79–S93.
- Cabral, C. E. & Klein, M. R. S. T. (2017). Phytosterols in the treatment of hypercholesterolemia and prevention of cardiovascular diseases. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 109(5), 475-482.
- Capriotti, A. L., Caruso, G., Cavaliere, C., Samperi, R., Ventura, S., Chiozzi, R. Z., & Lagana, A. (2015). Identification of potential bioactive peptides generated by simulated gastrointestinal digestion of soybean seeds and soy milk proteins. *Journal of Food Composition and Analysis*, 44, 205–213.

- Ceylan, M. M. & Ozer, E. A. (2020). Almond milk: Preparation, chemical, fatty acids, mineral, total phenolic compositions and antioxidant activity. *International Journal of Scientific and Technological Research*, 6(8), 99-111.
- Chadha, R., Bhalla, Y., Jain, A., Chadha, K., & Karana, M. (2017). Dietary soy isoflavone: A mechanistic insight. *Natural Product Communications*, 12(4), 627-634.
- Das, A., Raychaudhuri, U., & Chakraborty, R. (2012). Cereal based functional food of Indian subcontinent: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 49(6), 665-672.
- Declodt, A. I., Landschoot, A. V., Watson, H., Vanderputten, D., & Vanhaecke, L. (2018). Plant-based beverages as good sources of free and glycosidic plant sterols. *Nutrients*, 10(21), 1-18.
- Dennis, E. A., & Norris, P. C. (2015). Eicosanoid storm in infection and inflammation. *Nature Reviews Immunology*, 15(8), 511-523.
- Dreher, M. L. (2012). Pistachio nuts: Composition and potential health benefits. *Nutrition Review*, 70(4), 234-240.
- Duhan, N., Barak, S., & Mudgil, D. (2020). Bioactive lipids: Chemistry & health benefits. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 10(6), 6676-6687.
- Gies, M., Servent, A., Borel, P., & Mayer, C. D. (2020). Phytosterol vehicles used in a functional product modify carotenoid/cholesterol bioaccessibility and uptake by CaCO-2 cells. *Journal of Functional Foods*, 68(103920), 1-8.
- Gylling, H., & Simonen, P. (2015). Phytosterols, phytostanols, and lipoprotein metabolism. *Nutrients*. 2015;7(9):7965-77.
- Han, H., Choi, J. K., Park, J., Im, H. C., Han, J. H., Huh, M. H., & Lee, Y. B. (2021). Recent innovations in processing technologies for improvement of nutritional quality of soymilk. *CYTA-Journal Of Food*, 19(1), 287-303.
- Han, J. H., Yang, Y. X., & Feng, M. Y. (2008). Contents of phytosterols in vegetables and fruits commonly consumed in China. *Biomedical and Environmental Sciences*, 21(6), 449-453.
- Hejtmánková, A., Táborský, J., Kudelová, V., & Kratochvílová, K. (2018). Contents of tocopherols in different types of dry shell fruits. *Agronomy Research*, 16(2), 1373-1382.
- Hermanto, S., Septiana, A., Putera, D. K., Hatiningsih, F., & Muawanah, A. (2019). ACE inhibitory and antioxidative bioactive peptides derived from hydrolyzed soy milk. *Molekul*, 14(1), 56-63.
- Hirattanapun, E., Koonrunsesomboon, N., & Teekachunhatean, S. (2018). Variability of isoflavone content in soy milk products commercially available in Thailand. *Journal of Health Science and Medical Research*, 36(2), 117-126.
- Hsiaoa, Y. H., Hob, C. T., & Pana, M. H. (2020). Bioavailability and health benefits of major isoflavone aglycones and their metabolites. *Journal of Functional Foods*, 74(104164), 1-9.
- Jao, C. L., Huang, S. L., & Hsu, K. C. (2012). Angiotensin I-converting enzyme inhibitory peptides: Inhibition mode, bioavailability, and antihypertensive effects. *BioMedicine*, 2(4), 130-136.
- Kathuria, D., Dhiman, A. K., & Attri, S. (2022). Enrichment of isoflavone for development of functional soya and dairy product. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(16170), 1-18.

- Krenn, M. K., Wagner, K. H., & Elmadfa, I. (2013). Phytosterol content and fatty acid pattern of ten different nut types. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, 83 (5), 263–270.
- Křížová, L., Dadáková, K., Kašparovská, J., & Kašparovský, T. (2019). Isoflavones. *Molecules*, 24(6), 1076.
- Lee, J. Y., Kim, H. S., & Song, Y. S. (2012). Genistein as a potential anticancer agent against ovarian cancer. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 2(2), 96-104.
- Leksono, B. Y., Cahyanto, M. N., Rahayu, E. S., Yanti, R., & Utami, T. (2022). Enhancement of antioxidant activities in black soy milk through isoflavone aglycone production during indigenous lactic acid bacteria fermentation. *Fermentation*, 8(326), 1-15.
- Li, Y., Guo, B., Li, C., Wang, W., Wu, Z., Liu, G., & Cai, H. (2020). Isolation of a highly efficient antigenic-protein-degrading bacillus *amyloliquefaciens* and assessment of its safety. *Animals*, 10, 1144.
- Lu, C., Wang, Y., Wang, D., Zhang, L., Lv, J., Jiang, N., Fan, B., Liu, X., & Wang, F. (2018). Neuroprotective effects of soy isoflavones on scopolamine-induced amnesia in mice. *Nutrients*, 10, 853.
- Maris, I., & Radiansyah, M. R. (2021). Kajian Pemanfaatan Susu Nabati Sebagai Pengganti Susu Hewani. *Food Scientia Journal of Food Science and Technology*, 1(2), 103-116.
- Mefleh, M., Pasqualone, A., Caponio, F., & Faccia, M. (2022). Legumes as basic ingredients in the production of dairy-free cheese alternatives: a review. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 102, 8–18.
- Mostrom, M., & Evans, T. J. (2011). *Phytoestrogens. Reproductive and Developmental Toxicology*. Academic Press.
- Mumtaz, F., Zubair, M., Khan, F., & Niaz, K. (2020). *Analysis of plants lipids. Recent Advances in Natural Products Analysis*. Elsevier.
- Narsih. (2018). Efek Kombinasi Suhu Dan Waktu Ekstraksi Terhadap Komponen Senyawa Ekstrak Kulit Lidah Buaya. *Jurnal Galung Tropika*, 7(1), 75-87.
- Naudí, A., Cabré, R., Jové, M., Ayala, V., Gonzalo, H., Portero-Otín, M., Ferrer, I. Pamplona, R. (2015). Lipidomics of human brain aging and alzheimer's disease pathology. *Omic Studies of Neurodegenerative Disease: Part B*, 133–189.
- Nunzio, M. D. (2019). Hazelnuts as source of bioactive compounds and health value underestimated food. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 7(1), 17-28.
- Pabich, M & Materska, M. (2019). Biological Effect of Soy Isoflavones in the Prevention of Civilization Diseases. *Nutrients*, 11, 1660.
- Padilla, E. M., Li, K., Frandsen, H. B., Joehnke, M. S., Pérez, E. V. B., & Petersen, I. L. (2020). In vitro protein digestibility and fatty acid profile of commercial plant-based milk alternatives. *Foods*, 9, 178.
- Paul, A. A., Kumar, S., Kumar, V., & Sharma, R. (2020). Milk analog: Plant based alternatives to conventional milk, production, potential and health concerns. *Critical Reviews In Food Science And Nutrition*, 60(18), 3005-3023.
- Peña, M. M. D. L., Chanes, J. W., & Belloso, O. M. (2022). Impact of pulsed electric field pre-treatment on the isoflavone profile of soymilk. *Beverages*, 8(19), 1-11.

- Rawal, G., Yadav, S., & Nagayach, S. (2015). Phytosterols and the health. *Medico Research Chronicles*, 2(3), 441–444.
- Rizvi, S., Raza, S. T., Ahmed, F., Ahmad, A., Abbas, S., & Mahdi, F. (2014). The role of vitamin e in human health and some diseases. *Sultan Qaboos University Medical Journal*, 14(2), 157- 165.
- Salazar, H. L., Díaz, B. H. C., Reyes, S. V. Á., García, M. D. P., Cortazar, M. G., Ocampo, L. A., & Aparicio, A. R. J. (2019). Identification and quantification of  $\beta$ -sitosterol  $\beta$ -d-glucoside of an ethanolic extract obtained by microwave-assisted extraction from agave angustifolia haw. *Molecules*, 24, 3926.
- Salehi, B., Quispe, C., Sharifi-Rad, J., Cruz-Martins, N., Nigam, M., Mishra, A. P., Konovalov, D. A., Orobinskaya, V., Abu-Reidah, I.M., Zam, W., Sharopov, F., Venneri, T., Capasso, R., Kukula-Koch,
- Sethi, S., Tyagi, S. K., & Anurag, R. K. (2016). Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 53(9), 3408–3423.
- Sibbons, C. M., Irvine, N. A., Pérez-Mojica, J. E., Calder, P. C., Lillycrop, K. A., Fielding, B. A., & Burdge, G. C. (2018). Polyunsaturated fatty acid biosynthesis involving  $\delta 8$  desaturation and differential dna methylation of fads2 regulates proliferation of human peripheral blood mononuclear cells. *Frontiers in Immunology*, 9.
- Szczuko, M., Kikut, J., Komorniak, N., Bilicki, J., Celewicz, Z., & Ziętek, M. (2020). The role of arachidonic and linoleic acid derivatives in pathological pregnancies and the human reproduction process. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(24), 9628.
- Szewczyk, K., Chojnacka, A., & Górnicka, M. (2021). Tocopherols and tocotrienols—bioactive dietary compounds; what is certain, what is doubt?. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(6222), 1-17.
- Szklenar, M., Kalkowski, J., Stangl, V., Lorenz, M., & Rühl, R. (2013). Eicosanoids and docosanoids in plasma and aorta of healthy and atherosclerotic rabbits. *Journal of Vascular Research*, 50(5), 372–382.
- Trustinah & Kasno, A. (2012). Karakterisasi Kandungan Asam Lemak Beberapa Genotipe Kacang Tanah. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 31(3), 145-151.
- Tucker, J. M., & Townsend, D. M. (2005). Alpha-tocopherol: roles in prevention and therapy of human disease. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 59(7), 380–387.
- Vujević, P., Petrović, M., Vahčić, N., Milinović, B., & Čmelik, Z. (2014). Lipids and minerals of the most represented hazelnut varieties cultivated in croatia. *Italian Journal Of Food Science*. 26, 24-30.
- W., Wawruszak, A., & Koch, W. (2021) Phytosterols: From Preclinical Evidence to Potential Clinical Applications. *Frontiers in Pharmacology*, 11:599959.
- Wall, R., Ross R. P., Fitzgerald G. F., Stanton, C. (2010). Fatty acids from fish: The anti-inflammatory potential of long-chain omega-3 fatty acids. *Nutrition Reviews*, 68:280–289
- Wang, M., Huang, W., Hu, Y., Zhang, L., Shao, Y., Wang, M., ... Lu, B. (2018). Phytosterol profiles of common foods and estimated natural intake of different structures and forms in China. *Journal*



- of *Agricultural and Food Chemistry*, 66(11), 2669–2676.
- Wang, Q., Ge, X., Tian, X., Zhang, Y., Zhang, J., & Zhang, P. (2013). Soy isoflavone: The multipurpose phytochemical (Review). *Biomedical Reports*, 1: 697-701.
- Wang, R., Zhao, H., Pan, X., Orfila, C., Lu, W., & Ma, Y. (2019). Preparation of bioactive peptides with antidiabetic, antihypertensive, and antioxidant activities and identification of  $\alpha$ -glucosidase inhibitory peptides from soy protein. *Food Science and Nutrition*, 7(5), 1848-1856.
- Witkowska, A. M., Waskiewicz, A., Zujko, M. E., Mikołajczyk, A. C., Chodakowska, I. M., & Dryga, W. (2022). Dietary plant sterols and phytosterol-enriched margarines and their relationship with cardiovascular disease among polish men and women: The WOBASZ II cross-sectional study. *Nutrients*, 14, 2665.
- Wojdyło, A., Turkiewicz, I. P., Tkacz, K., Nowicka, P., & Bobak, L. (2022). Nuts as functional foods: Variation of nutritional and phytochemical profiles and their in vitro bioactive properties. *Food Chemistry: X*, 15, 1-9.
- Yang, H. W., Hsu, C. K., & Yang, Y. F. (2014). Effect of thermal treatments on anti-nutritional factors and antioxidant capabilities in yellow soybeans and green-cotyledon small black soybeans. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(9), 1794–1801
- Young, H. T., Deok, P. B., Jwakyung, S., & Sig, K. H. (2020). Variability of phytochemicals by breeding year, usage and seed size of korean soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) varieties. *Agriculture*, 10(4), 1-11.
- Zeece, M. (2020). *Vitamins and minerals. Introduction to the Chemistry of Food*, 163–212.
- Zhang, Y., Qi, X., Wang, X., Wang, X., Ma, F., Yu, L., Mao, J., Jiang, J., Zhang, L., & Li, P. (2022). Contribution of tocopherols in commonly consumed foods to estimated tocopherol intake in the chinese diet. *Frontiers in Nutrition*, 9, 829091.
- Zujko, M. E., & Witkowska, A. M. (2014). Antioxidant potential and polyphenol content of beverages, chocolates, nuts, and seeds. *International Journal of Food Properties*, 17, 86