

EFEK PERKECAMBAHAN BIJI KEDELAI TERHADAP VISKOSITAS, pH, TOTAL PADATAN TERLARUT, PROTEIN TERLARUT, DAN GUGUS FUNGSI PADA SUSU KEDELAI

Effect of Soybean Germination on Viscosity, pH, Total Dissolved Solids, Dissolved Protein, and Functional Groups in Soy Milk

Arfina Sukmawati Arifin*, Khaerunnisa, Muhpidah, Jumriah Langkong, Hasmiyani, Februadi Bastian

Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Universitas Hasanuddin, Makassar, Indonesia

^{*)}email: arfinasarifin@unhas.ac.id

ABSTRACT

Soy milk is an alternative to cow's milk for lactose intolerant patients and vegetarians. In this study, soy milk was made from soybean seeds that have been germinated because it is known that the germination process can increase the nutritional value of soybean. This study aims to determine the effect of soybean germination on viscosity, pH, soluble protein, and functional groups in soy milk produced. There were five treatments of soybean used, namely soybean without soaking and germination (control), soybean soaked without germination, soybean soaked and germinated for 24 hours, 36 hours, and 48 hours. Soybean seeds were heated and then ground, filtered, and the filtrate was heated and sugar was added to obtain soy milk. The results showed that soybean germination was able to reduce viscosity and total soluble solids and increase soluble protein in the soy milk produced. In addition, N-H, C=N functional groups indicating protein, OH, C-H aromatic, C=C aromatic and C-O indicating isoflavone compounds were identified, and C=O and OH groups at 48 hours of germination which indicate carboxylic acid, thus indicating the presence of GABA compounds.

Keywords: *Soy milk, germination, viscosity, pH, soluble protein, functional groups*

PENDAHULUAN

Penggunaan susu kedelai saat ini sangat berkembang di tengah masyarakat. Hal ini dikarenakan kandungan susu kedelai yang dapat menjadi alternatif pengganti susu sapi sehingga banyak dimanfaatkan oleh masyarakat vegetarian dan penderita intoleran laktosa (Oyedeki et al., 2018). Susu kedelai mengandung kadar air 82,75%-83,45%, kadar abu 0,84%-0,86%, serat kasar 0,14%-0,16%, kadar lemak 3,5%-3,9%, protein kasar 6,75%-6,84%, kadar karbohidrat 6,02%-6,05%, dan pH 6,71-6,73 (De et al., 2022). Selain kandungan nutrisi susu kedelai, harganya juga lebih terjangkau dibandingkan susu sapi

sehingga menjadi pilihan yang baik bagi masyarakat. Susu kedelai biasanya digunakan sebagai bahan pengganti susu sapi pada berbagai produk pangan seperti puding, es krim, dan lain sebagainya.

Kedelai sebagai bahan baku pembuatan susu kedelai merupakan salah satu jenis biji-bijian yang banyak digunakan sebagai bahan baku berbagai makanan dan minuman, misalnya susu kedelai, tempe, tahu, dan lain sebagainya. Kedelai mengandung berbagai nutrisi yang dibutuhkan tubuh seperti protein, asam lemak, fitosterol, asam fenolat, berbagai vitamin, dan lain sebagainya. Selain itu juga mengandung komponen fungsional yang bermanfaat bagi kesehatan seperti isoflavan,

antosianin, fitosterol, fenol, protein bioaktif saponin, peptida, dan lainnya (C. C. Chen et al., 2023). Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa konsumsi protein kedelai yang tinggi dapat menurunkan risiko penyakit kronis seperti kardiovaskular dan kanker. Selain itu, isoflavon protein juga mampu meningkatkan kesehatan bagi wanita pada fase menopause dan mencegah osteoporosis (Qin et al., 2022)

Proses pengolahan mampu meningkatkan nutrisi bahan pangan, salah satunya melalui proses perkecambahan. Perkecambahan dapat menjadi pilihan metode yang efektif, murah, dan ramah lingkungan yang mampu meningkatkan sifat fungsional kedelai dan susu kedelai (Hu et al., 2022). Perkecambahan adalah proses biologis biji pada fase laten dengan dukungan kelembapan, suhu, dan kondisi nutrisi yang cukup untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan biji yang ditandai dengan munculnya kecambah (Silva et al., 2020). Sebelum memulai perkecambahan biasanya biji direndam terlebih dahulu yang bertujuan untuk memasukkan sejumlah air ke dalam biji sehingga melunakkan dan memudahkan proses perkecambahan.

Perkecambahan diketahui mampu meningkatkan berbagai nutrisi biji kedelai seperti protein, asam amino esensial, asam lemak, dan juga daya cernanya sehingga mudah diserap oleh tubuh (Ferdian & Dwiloka, 2019). Selama proses perkecambahan banyak terjadi perubahan metabolisme sehingga memicu peningkatan nilai gizi dari kedelai sekaligus mengurangi jumlah zat yang tidak diinginkan, seperti komponen pemicu perut kembung (raffinose dan stachyose) dan antinutrien (tripsin inhibitor, lektin, fitat) (Silva et al., 2020).

Adanya proses perkecambahan sehingga memungkinkan adanya pengaruh terhadap karakteristik biji kedelai yang dihasilkan. Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan penelitian ini untuk melihat pengaruh biji kedelai berkecambah terhadap karakteristik susu kedelai yang dihasilkan.

Tujuan dan Kegunaan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek perkecambahan biji kedelai terhadap sifat viskositas, pH, total padatan terlarut, protein terlarut, dan gugus fungsi pada susu kedelai yang dihasilkan.

Diharapkan dari penelitian ini dapat menjadi salah satu referensi bagi masyarakat yang memberikan informasi mengenai karakteristik susu kedelai yang dihasilkan menggunakan bahan baku biji kedelai berkecambah.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah wadah perkecambahan, kain penutup, blender, panci, kompor, termometer, spatula, viskometer, refraktometer, pH meter, timbangan analitik, tabung reaksi, sentrifus, spektrofotometer UV Vis, dan FTIR.

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah biji kedelai, aquadest, gula, Na_2CO_3 , NaOH , $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, natrium tartarat, biovine serum albumin (BSA), dan folin ciocalteu.

Prosedur Penelitian

Pembuatan Susu Kedelai

Biji kedelai berbagai perlakuan dicuci kemudian direbus dengan perbandingan air sebanyak 1:3 selama 5 menit. Setelah itu, disaring dan digiling menggunakan blender dengan perbandingan air bersuhu 80 °C sebanyak 1:10. Selanjutnya disaring sehingga didapatkan filtrat. Filtrat tersebut selanjutnya dipanaskan dan dilakukan penambahan gula sebanyak 1%, sehingga didapatkan susu kedelai.

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan faktor perkecambahan terhadap biji kedelai dengan lima (5) perlakuan sebagai berikut:

- a. Biji kedelai tanpa direndam dan dikecambah (kontrol)
- b. Biji kedelai direndam tanpa dikecambahkan
- c. Biji kedelai direndam dan dikecambahkan selama 24 jam

- d. Biji kedelai direndam dan dikecambahkan selama 36 jam
- e. Biji kedelai direndam dan dikecambahkan selama 48 jam

Parameter

Viskositas

Viskositas diukur pada 27 ± 1 °C menggunakan Brookfield Viscometer dengan spindle No.1 dan kecepatan 50 rpm.

Total padatan terlarut (AOAC, 2000)

Analisis total padatan dilakukan dengan meneteskan sampel susu kedelai pada prisma refraktometer kemudian mengarahkannya ke sumber cahaya untuk melihat batas gelap dan batas terang angka pengukurannya. Hasil total padatan dinyatakan dalam satuan °Brix.

pH

pH sampel susu kedelai diukur dengan pH meter digital terkalibrasi

Protein Terlarut

Analisis protein terlarut menggunakan metode Lowry yaitu dengan cara dibuat pereaksi A (Na_2CO_3 2% dalam NaOH 0,1 M), pereaksi B ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0,5% dalam Natrium tartrat 1%), dan reagen C (campuran 50 mL reagen A dan 1 mL reagen B). Selanjutnya, dibuat kurva standar menggunakan BSA berbagai konsentrasi. Sampel susu kedelai ditimbang sebanyak 1 gram kemudian ditambahkan aquadest sebanyak 4 mL. Selanjutnya dilakukan sentrifugasi pada kecepatan 3000 rpm selama 5 menit. Untuk blanko: diambil sebanyak 2 mL sampel kemudian ditambahkan pereaksi C sebanyak 2,75 mL pada masing-masing sampel. Diinkubasi selama 15 menit pada suhu ruang. Masing-masing tabung rekasi ditambahkan larutan Folin Ciocalteu sebanyak 0.25 mL. Diinkubasi kembali selama 30 menit pada suhu ruang. Dilakukan pengukuran absorbansi dengan menggunakan spektrofotometer UV Vis pada panjang gelombang 650 nm.

Analisis Gugus Fungsi FTIR

Sampel uji diletakkan pada detektor FTIR. Pengukuran sampel uji dilakukan pada bilangan gelombang antara $4000\text{-}500\text{ cm}^{-1}$. Spektra FTIR yang dihasilkan menunjukkan puncak-puncak serapan bilangan gelombang

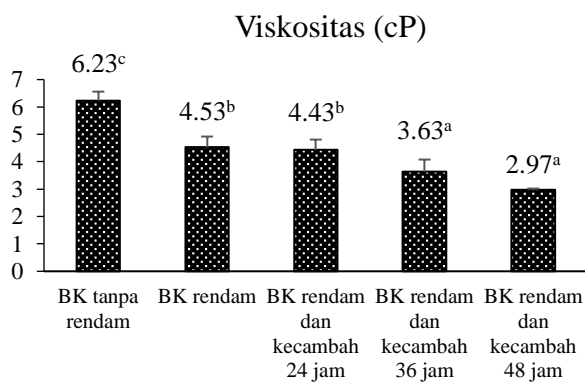
dari sampel uji. Gugus fungsi sampel uji ditentukan berdasarkan puncak serapan bilangan gelombang yang terdeteksi dengan wilayah serapan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perendaman biji kedelai dilakukan terlebih dahulu sebelum proses perkecambahan yang berfungsi untuk melunakkan biji kedelai dan memudahkan proses pengolahan selanjutnya (Lima et al., 2014) misalnya pada proses pemasakan susu kedelai. Perendaman menyebabkan perubahan tekstur biji kedelai dikarenakan terjadinya proses absorpsi air ke dalam biji kedelai. Biji kedelai mengalami pembengkakan sehingga menyebabkan struktur di dalam biji menjadi lebih renggang. Air yang masuk ke dalam biji kedelai melalui pori-pori atau celah yang memungkinkan dilewatinya dengan cara osmosis ataupun imbibisi. Proses penyerapan air pada biji tersebut menyebabkan air yang masuk ke dalam kotiledon (Idrus & Fuadiyah, 2021). Hal inilah yang akan dimanfaatkan oleh biji kedelai untuk mengaktifkan enzim sehingga proses perkecambahan dapat terjadi. Biji kedelai berkecambah yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan susu kedelai memiliki pengaruh terhadap karakteristik susu kedelai yang dihasilkan, misalnya terhadap viskositas, total padatan terlarut, pH, protein terlarut, dan gugus fungsinya.

Viskositas merupakan ketahanan terhadap deformasi bertahap dari suatu medium di bawah tegangan geser (Hack, 2018). Viskositas menyatakan kekentalan suatu fluida sehingga memberikan gambaran fisik fluida. Semakin rendah nilai viskositas, maka semakin cair fluida tersebut dan begitu pula semakin tinggi nilai viskositas, maka semakin kental fluida tersebut. Viskositas susu kedelai pada penelitian didapatkan $2.97\text{-}6.23\text{ cP}$. Berdasarkan hasil pengukuran viskositas ini diketahui bahwa perendaman dan perkecambahan mampu memengaruhi viskositas susu kedelai yang didapatkan. Susu kedelai yang menggunakan kacang kedelai tanpa perendaman dan perkecambahan memiliki viskositas yang lebih tinggi dibandingkan kacang kedelai yang telah melalui perendaman dan perkecambahan.

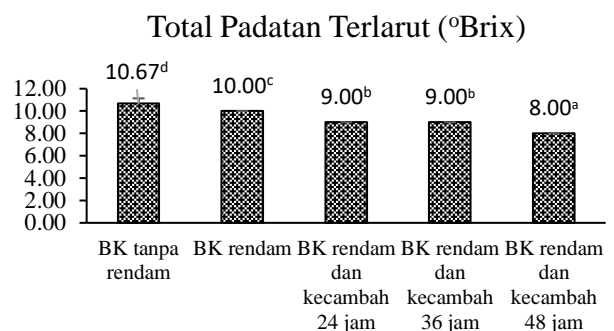
Selain itu, semakin lama proses perkecambahan dilakukan dapat menurunkan viskositas susu kedelai yang dihasilkan (Gambar 1). Hal ini diakibatkan karena pada proses perendaman terjadi absorpsi air ke dalam kacang kedelai (Lima et al., 2014) sehingga mampu meningkatkan kandungan air dan melunakkan kacang kedelai yang menyebabkan viskositas susu kedelai yang dihasilkan menurun. Proses perkecambahan juga dapat terjadi berbagai proses enzimatik dan hormon sehingga mampu mengurai komponen kompleks yang terdapat pada kacang kedelai menjadi lebih sederhana sehingga memengaruhi viskositas susu kedelai yang dihasilkan. Menurut Murugkar (2014) penurunan viskositas pada kedelai berkecambah disebabkan karena peningkatan kelarutan protein dan penurunan kandungan lemak selama proses perkecambahan.



Gambar 1. Viskositas susu kedelai

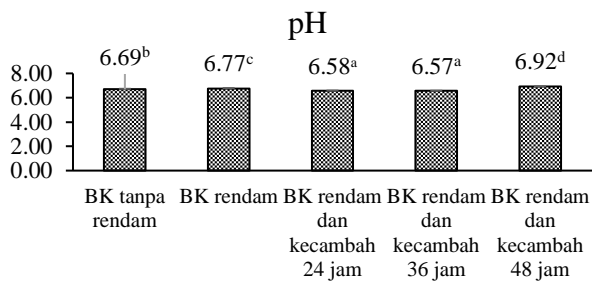
Total padatan terlarut (TPT) merupakan pengukuran yang menyatakan komponen padatan yang dapat berupa zat organik dan zat anorganik dalam bahan yang dapat terlarutkan oleh pelarut (air) (Mardiyanto & Sudarwati, 2015). Hasil TPT susu kedelai berbagai perlakuan yang didapatkan yaitu berkisar antara 8,00–10,67 °Brix (Gambar 2). Berdasarkan hasil uji statistik menunjukkan perendaman dan perkecambahan memengaruhi kandungan TPT susu kedelai yang dihasilkan. Hasil TPT yang didapatkan memiliki hubungan yang linier dengan viskositas yang diperoleh. Semakin tinggi nilai viskositas, maka semakin meningkat nilai total padatan terlarut, begitu pula sebaliknya. Perendaman menyebabkan peningkatan kandungan air pada biji kedelai karena adanya

proses absorpsi air oleh biji kedelai. Mardiyanto & Sudarwati (2015) menjelaskan bahwa semakin besar kandungan air dalam suatu bahan, padatan terlarutnya akan semakin menurun terhadap berat basahnya. Selain itu, total padatan terlarut pada susu kedelai berhubungan positif dengan kandungan karbohidrat. Penurunan kandungan karbohidrat total selama perkecambahan dapat terjadi karena penurunan gula sederhana, oligosakarida dengan berat molekul rendah, dan pati, yang digunakan pada proses metabolisme selama perkecambahan (Jiang et al., 2013).



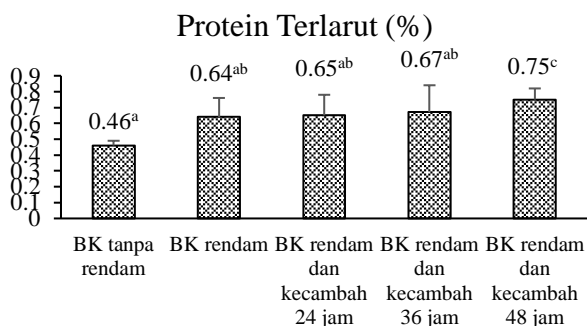
Gambar 2. Total padatan terlarut susu kedelai

pH merupakan parameter analisis yang menyatakan asam-basa suatu bahan. Pengukuran pH mampu memberikan gambaran organoleptik berupa rasa terhadap suatu bahan yaitu jika memiliki nilai dibawah 7 maka mengindikasikan rasa suatu bahan cenderung asam. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-3830-1995 tentang syarat mutu pH susu kedelai yaitu 6,5–7,0. Hasil analisis pH terhadap susu kedelai berbagai perlakuan perendaman dan perkecambahan yang dihasilkan yaitu berkisar antara 6,57–6,92 (Gambar 3). Hal ini menunjukkan hasil fluktuatif terhadap perlakuan perendaman dan perkecambahan, namun semua perlakuan memiliki pH yang menunjukkan cenderung netral (mendekati nilai pH 7) dan memenuhi syarat mutu pH susu kedelai berdasarkan SNI 01-3830-1995.



Gambar 3. pH susu kedelai

Protein terlarut (biasanya dikategorikan dengan besar molekul <40 nm) adalah komponen penting dari protein susu kedelai yang merupakan partikel protein berukuran kecil atau monomer yang terutama terdiri dari polipeptida glisinin asam dan subunit α' dan α dari β -conglycinin (Y. Chen & Ono, 2014). Analisis uji kandungan protein terlarut pada penelitian ini didapatkan hasil berkisar 0,46–0,75% (Gambar 4). Berdasarkan penelitian ini diketahui bahwa semakin lama waktu proses perkecambahan yang dilakukan maka semakin meningkat protein terlarutnya. Hal ini menunjukkan perkecambahan memengaruhi kandungan protein terlarut. Hu et al. (2022) menyatakan bahwa protein kedelai secara progresif dipecah menjadi peptida molekuler yang lebih kecil selama proses perkecambahan. Hal ini dikarenakan adanya proses enzimatik dan hormon yang terjadi selama proses perkecambahan. Proses perkecambahan menyebabkan peningkatan pencernaan protein dan kandungan protein larut pada susu kedelai.



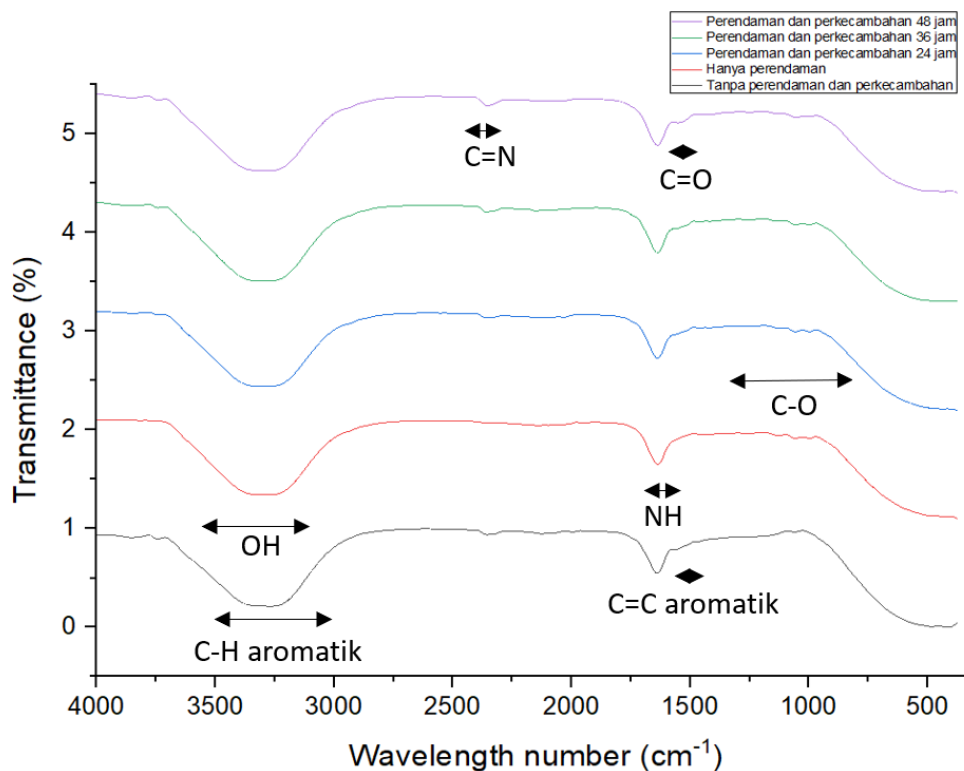
Gambar 4. Protein terlarut susu kedelai

Gugus fungsi merupakan atom atau kelompok atom dengan susunan tertentu yang menunjukkan struktur dan sifat senyawa. Gugus fungsi dapat memberikan informasi mengenai karakteristik senyawa yang

terkandung dalam sampel. Analisis gugus fungsi susu kedelai dilakukan menggunakan FTIR. Secara umum terlihat spektrum gugus fungsi yang dihasilkan antar perlakuan memiliki karakter yang mirip (Gambar 5). Hasil dari analisis ini terlihat beberapa gugus fungsi yang menandakan adanya protein atau senyawa lain yang mengandung atom N misalnya gugus N-H amina, N-H *bend* pada bilangan gelombang 1650–1550 cm^{-1} dan gugus C=N *stretch* pada bilangan gelombang 2300–2400 cm^{-1} (Tabel 1). Hal ini terjadi karena susu kedelai kaya akan protein. Menurut Elazzazy (2015), adanya hubungan antara bilangan gelombang 2300–2400 cm^{-1} yang mengindikasikan C=N *stretch* dan bilangan gelombang sekitar 1650 cm^{-1} yang menunjukkan hubungan antara amida I dan II. Hal ini mengindikasikan adanya kelompok peptida dalam molekul.

Selain itu, terlihat adanya spektrum yang tajam dan luas pada kisaran bilangan gelombang 3550–3200 cm^{-1} yang mengindikasikan adanya gugus OH yang dapat berasal dari senyawa alkohol dan fenol. Hal ini dapat berkaitan dengan kandungan isoflavon pada susu kedelai yang tergolong dalam kelompok flavonoid dengan ciri adanya gugus OH. Berdasarkan penelitian Asih (2009), hasil isolasi dan identifikasi senyawa isoflavon dari kacang kedelai menggunakan spektrum inframerah didapatkan gugus-gugus khas seperti C-H aromatik, C-H alifatik, C=O, C=C aromatik, dan C-O. Susu kedelai dengan perlakuan perkecambahan 48 jam terlihat adanya spektrum gugus asam karboksilat (COOH). Hal ini ditunjukkan adanya gugus karbonil (C=O) pada bilangan gelombang 1552 cm^{-1} yang diperkuat dengan adanya spektrum gugus OH. Hal ini menjadi penciri pada penelitian ini karena tidak terbentuk pada spektrum perlakuan lainnya. Asam karboksilat yang terbentuk mengindikasikan adanya senyawa *gamma-aminobutyric acid* (GABA). GABA merupakan salah satu senyawa yang dihasilkan dari proses perkecambahan. GABA memiliki fungsi sebagai penghambat neurotransmitter dalam sistem saraf manusia yang berperan dalam menghilangkan kecemasan, depresi, kesulitan tidur dan menurunkan tekanan darah tinggi (Vann et al.,

2020).



Gambar 5. Spektrum FTIR susu kedelai berbagai perlakuan

Tabel 1. Gugus fungsi hasil FTIR susu kedelai berbagai perlakuan

Bilangan Gelombang Sampel (cm ⁻¹)					Bil. Gel. Teori (cm ⁻¹)	Gugus Fungsi	
BKTRK	BKRTK	BKRRK 24 jam	BKRRK 36 jam	BKRRK 48 jam			
3267	3287	3283	3281	3281	3550–3200	O-H alkohol, <i>stretching</i>	
					3450–3000	C-H aromatik (Asih, 2009)	
2355	2366	2361	2360	2352	2300–2400	C=N, <i>stretching</i> (Elazzazy et al., 2015)	
1640	1637	1638	1638	1638	1650–1580	N-H amina, <i>bending</i>	
					1552	1700–1550	C=O, <i>stretching</i> (Santos et al., 2014)
1467	1456	1460, 1421	1460, 1418	1456	1500–1400	C=C aromatik (Asih, 2009)	
1278, 1060	1251, 1135, 1056,	1259, 1130, 1056	1253, 1130, 1056	1249, 1128, 1054, 1003	1300–800	C-O (Asih, 2009)	

KESIMPULAN

Pengaruh perkecambahan biji kedelai terhadap karakteristik susu kedelai yang dihasilkan mampu menurunkan viskositas dan total padatan terlarut dan meningkatkan protein terlarut. Gugus fungsi yang terdapat pada susu kedelai yang dihasilkan berupa gugus N-H, C=N yang mengindikasikan senyawa protein, gugus OH, C-H aromatik, C=C aromatik dan C-O yang mengindikasikan senyawa isoflavon dan gugus C=O dan OH pada perkecambahan 48 jam yang

menunjukkan asam karboksilat sehingga mengindikasikan adanya senyawa GABA.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin atas bantuan Dana Hibah Internal Fakultas Pertanian sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Asih, I. A. R. A. (2009a). Isolasi dan Identifikasi Senyawa Isoflavon dari Kacang Kedelai (*Glycine max*). *Jurnal Kimia*, 3(1), 33–40.
- Asih, I. A. R. A. (2009b). Isolasi dan Identifikasi Senyawa Isoflavon dari Kacang Kedelai (*Glycine max*). *Jurnal Kimia*, 3(1), 33–40.
- Chen, C. C., Hsieh, J. F., & Kuo, M. I. (2023). Insight into the Processing, Gelation and Functional Components of Tofu: A Review. In *Processes* (Vol. 11, Issue 1). MDPI.
<https://doi.org/10.3390/pr11010202>
- Chen, Y., & Ono, T. (2014). Protein particle and soluble protein structure in prepared soymilk. *Food Hydrocolloids*, 39, 120–126.
<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2014.01.005>
- De, B., Shrivastav, A., Das, T., & Goswami, T. K. (2022). Physicochemical and nutritional assessment of soy milk and soymilk products and comparative evaluation of their effects on blood glucolipid profile. *Applied Food Research*, 2(2).
<https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100146>
- Elazzazy, A. M., Abdelmoneim, T. S., & Almaghrabi, O. A. (2015). Isolation and characterization of biosurfactant production under extreme environmental conditions by alkali-halo-thermophilic bacteria from Saudi Arabia. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 22(4), 466–475.
<https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2014.11.018>
- Ferdiawan, N., & Dwiloka, B. (2019). Pengaruh Lama Waktu Germinasi terhadap Sifat Fisik dan Sifat Kimia Tepung Kacang Tolo (*Vigna unguiculata* L). *Jurnal Teknologi Pangan*, 3(2), 349–354.
www.ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/tekpangan.
- Hack, R. (2018). Viscosity. In *Rheological properties* (pp. 926–929).
https://doi.org/10.1007/978-3-319-73568-9_308
- Hu, M., Du, X., Liu, G., Zhang, S., Wu, H., & Li, Y. (2022). Germination improves the functional properties of soybean and enhances soymilk quality. *International Journal of Food Science & Technology*, 57(7), 3892–3902.
<https://doi.org/10.1111/ijfs.15461>
- Idrus, H. A., & Fuadiyah, S. (2021). Uji Coba Imbibisi pada Kacang Kedelai (*Glycine max*) dan Kacang Hijau (*Vigna radiata*). *Universitas Negeri Padang*, 01(2021).
<https://doi.org/10.24036/prosemnasbio/v011/93>
- Jiang, S., Cai, W., & Xu, B. (2013). Food quality improvement of soy milk made from short-time germinated soybeans. *Foods*, 2(2), 198–212.
<https://doi.org/10.3390/foods2020198>
- Lima, F. S. de, Kurozawa, L. E., & Ida, E. I. (2014). The effects of soybean soaking on grain properties and isoflavones loss. *LWT*, 59(2P2), 1274–1282.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.04.032>
- Mardiyanto, T. C., & Sudarwati, S. (2015). Studi Nilai Cerna Protein Susu Kecambah Kedelai Varietas Lokal Secara in Vitro. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*, 1256–1264.
<https://doi.org/10.13057/psnmbi/m010451>
- Murugkar, D. A. (2014). Effect of sprouting of soybean on the chemical composition and quality of soymilk and tofu. *Journal of Food Science and Technology*, 51(5), 915–921.
<https://doi.org/10.1007/s13197-011-0576-9>
- Oyedeji, A. B., Mellem, J. J., & Ijabadeniyi, O. A. (2018). Improvement of some quality attributes of soymilk through optimization of selected soybean sprouting parameters using response surface methodology. *CYTA - Journal of Food*, 16(1), 230–237.
<https://doi.org/10.1080/19476337.2017.1388292>
- Qin, P., Wang, T., & Luo, Y. (2022). A review on plant-based proteins from soybean: Health benefits and soy product development. *Journal of Agriculture and Food Research*, 7.

<https://doi.org/10.1016/j.jafr.2021.10026>

5

Santos, D., Costa, F., Franceschi, E., Santos, A., Dariva, C., & Mattedi, S. (2014). Synthesis and physico-chemical properties of two protic ionic liquids based on stearate anion. *Fluid Phase Equilibria*, 376, 132–140. <https://doi.org/10.1016/j.fluid.2014.05.043>

Silva, M. B. R., Leite, R. S., de Oliveira, M. Á., & Ida, E. I. (2020). Germination conditions influence the physical characteristics, isoflavones, and vitamin C of soybean sprouts. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 55. <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.PAB2020.V55.01409>

Vann, K., Techaparin, A., & Apiraksakorn, J. (2020). Beans germination as a potential tool for GABA-enriched tofu production. *Journal of Food Science and Technology*, 57(11), 3947–3954. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04423-4>