

KOMPONEN BIOAKTIF PADA SUSU BARLEY DAN MANFAATNYA UNTUK KESEHATAN

BIOACTIVE COMPOUNDS IN BARLEY MILK AND THEIR HEALTH BENEFITS

Jolene Vanessa

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

foodtech.jolene.v.20@ukwms.ac.id

Abstrak

Susu berbasis nabati (plant-based milk) adalah ekstrak dari kacang-kacangan, biji-bijian, sereal atau pseudosereal yang bersifat larut air dan menyerupai kenampakan susu sapi. Salah satu jenis sereal yang telah diolah menjadi susu berbasis nabati adalah barley. Barley merupakan komoditas yang kaya akan serat pangan, fitokimia, dan vitamin. Barley juga kaya akan komponen bioaktif seperti β -glucans, asam fenolat, flavonoid, tokol, dan fitosterol. Komponen bioaktif pada barley dapat memberi manfaat positif bagi kesehatan seperti mengurangi resiko sakit jantung, kanker kolon, dan tekanan darah tinggi. Kajian ini diharapkan dapat mengenalkan susu berbasis nabati, khususnya barley, kepada masyarakat dan menjelaskan efek positif dari mengonsumsi susu barley tersebut.

Kata kunci: Susu berbasis nabati, Barley, Komponen bioaktif

Abstract

Plant based milk is an extract from nuts, seeds, cereals or pseudocereal which is water soluble and resembles the appearance of cow's milk. One type of cereals that has been processed into plant-based milk is barley. Barley is a commodity which is rich in dietary fiber, phytochemicals, and vitamins. Barley is also rich in bioactive components such as β -glucans, phenolic acids, flavonoids, tocol, and phytosterols. The bioactive components in barley can provide positive health benefits such as reducing the risk of heart disease, colon cancer, and high blood pressure. This mini review is expected to introduce plant-based milk, especially barley, to the public and explain the positive effects of consuming barley milk.

Keywords: Plant-based milk, Barley, Bioactive compounds

PENDAHULUAN

Susu adalah cairan berwarna keputihan dan bernutrisi tinggi yang secara umum diproduksi oleh kelenjar sekresi hewan mamalia betina selama proses laktasi (Guetouache et al., 2014). Jumlah substansi organik yang terkandung pada susu cenderung seragam dan terbagi menjadi beberapa elemen, yaitu elemen penyusun seperti protein, elemen energi seperti karbohidrat dan lemak, dan elemen fungsional seperti vitamin, enzim, gas terlarut, dan garam terlarut (fosfat, nitrat dan klorida dari kalsium, magnesium, potassium dan natrium) (Guetouache et al., 2014). Kandungan nutrisi yang tinggi membuat susu

telah lama diadopsi dan diinkorporasikan ke dalam menu harian manusia untuk memenuhi kebutuhan nutrisi dan menunjang pertumbuhan (Park, 2009).

Meskipun memiliki banyak manfaat untuk kesehatan, konsumsi susu terkendala pada penderita *lactose intolerance* yang tidak mampu memproduksi enzim laktase untuk mencerna laktosa. Penderita *lactose intolerance* seringkali merasakan masalah pencernaan setelah mengonsumsi produk pangan mengandung laktosa, seperti distensi perut, kram, flatulensi, dan diare (Qiao et al., 2011). Industri peternakan global, tidak

terkecuali peternakan susu hewani, turut memberikan efek negatif bagi lingkungan dalam menghasilkan emisi gas rumah kaca berupa gas methana (CH_4) yang cukup tinggi (Foley et al., 2011). Efek-efek negatif tersebut menyebabkan peralihan konsumen susu hewani menuju susu berbasis nabati. Susu berbasis nabati adalah kategori produk yang mengalami peningkatan dalam permintaan konsumen (Smith et al., 2022). Susu nabati memiliki beragam jenis sehingga seringkali digunakan sebagai alternatif susu hewani dan digunakan sebagai replika baik dari sisi fungsional maupun sensoris dari susu hewani (Smith et al., 2022).

Susu berbasis nabati (*plant-based milk*) adalah ekstrak dari kacang-kacangan, biji-bijian, sereal atau pseudosereal yang bersifat larut air dan menyerupai kenampakan susu sapi (Kljusurić et al., 2015). Susu berbasis nabati dapat membantu penderita *lactose intolerance* agar dapat tetap mengkonsumsi susu karena pada susu nabati tidak terdapat kandungan laktosa. Susu berbasis nabati seperti susu dari kacang *almond*, gandum, dan kedelai dapat membantu dalam mengurangi emisi gas rumah kaca karena jejak karbon yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan mengonsumsi susu berbasis hewani sehingga susu berbasis nabati bersifat lebih ramah lingkungan (Poore & Nemecek, 2018). Oleh karena itu, susu berbasis nabati dapat menjadi alternatif yang baik bagi penderita *lactose intolerant* dan dapat membantu mengurangi emisi gas rumah kaca yaitu metana (CH_4). Susu berbasis nabati memiliki banyak efek positif untuk kesehatan karena memiliki kandungan antioksidan yang tinggi dan asam lemak yang dapat mengurangi resiko penyakit jantung, kanker, dan diabetes (Zujko & Witkowska, 2014).

Susu berbasis nabati dapat dikategorikan menjadi beberapa kelompok berdasarkan basis primernya, yaitu berbasis sereal (gandum,

beras, jagung, quinoa,), kacang-kacangan (*almond, walnut, hazelnut, pistachio*), biji-bijian (wijen, labu, bunga matahari), dan pseudosereal (*quinoa, teff, amarath*) (Munekata et al., 2020). Salah satu jenis sereal yang telah diolah menjadi susu berbasis nabati adalah *barley*. Berdasarkan Lahouar et al. (2016), *barley* seringkali digunakan untuk pembuatan tepung, dikonsumsi sebagai teh, dan sebagai campuran dalam pembuatan kue dan roti. Di negara barat, *barley* mengalami peningkatan popularitas dan seringkali digunakan untuk makanan bayi, makanan sehat, dan pengental (Lazaridou et al., 2007). *Barley* merupakan komoditas yang kaya akan serat pangan, fitokimia, dan vitamin (Lahouar et al., 2016). Selain itu, *barley* mengandung komponen aktif yang memiliki sifat nutrasetikal berupa serat β -glucan (Lahouar et al., 2016). Konsumsi *barley* secara rutin memiliki banyak manfaat untuk kesehatan, seperti mengurangi resiko sakit jantung, kanker kolon, dan tekanan darah tinggi (Idehen et al., 2017).

Peningkatan popularitas *barley* mendorong masyarakat memanfaatkannya sebagai bahan untuk memproduksi susu nabati. Konsumsi susu *barley* juga dinilai lebih baik daripada susu hewani bagi kesehatan karena susu *barley* tidak mengandung kolesterol maupun laktosa (Kljusurić et al., 2015). Susu *barley* juga memiliki kandungan total karbohidrat, fosfor, dan seng yang lebih tinggi dibandingkan dengan susu hewani (Salama et al., 2011).

Kajian ini mengulas susu *barley* yang merupakan salah satu jenis susu nabati sebagai alternatif susu hewani. Ulasan meliputi karakteristik umum *barley* dan proses pembuatan susu *barley*. Komponen bioaktif yang terkandung pada susu *barley* dan manfaatnya untuk kesehatan turut dipaparkan. Kajian ini diharapkan dapat mengenalkan susu berbasis nabati, khususnya *barley*, kepada

masyarakat dan menjelaskan efek positif dari mengkonsumsi susu *barley* tersebut.

BARLEY

Barley (*Hordeum vulgare* L.) adalah sereal biji-bijian terbanyak keempat yang diproduksi di seluruh dunia setelah gandum, beras, dan jagung (Rani et al., 2020). Sekitar dua pertiga dari produksi *barley* di seluruh dunia digunakan untuk pakan ternak, 20% lainnya digunakan untuk membuat minuman baik minuman beralkohol maupun tidak, dan 5% sisanya digunakan sebagai komponen untuk bahan pangan (Rani et al., 2020). *Barley* sangat penting dalam industri bir dan malt (Stanišić et al., 2010). Selain itu, *barley* juga seringkali digunakan sebagai formulasi untuk pakan ternak unggas dan peternakan lainnya. *Barley* dapat mensubstitusi gandum pada pakan karena mengandung lebih banyak serat dan mengandung lebih sedikit protein (Alijošius et al., 2016).

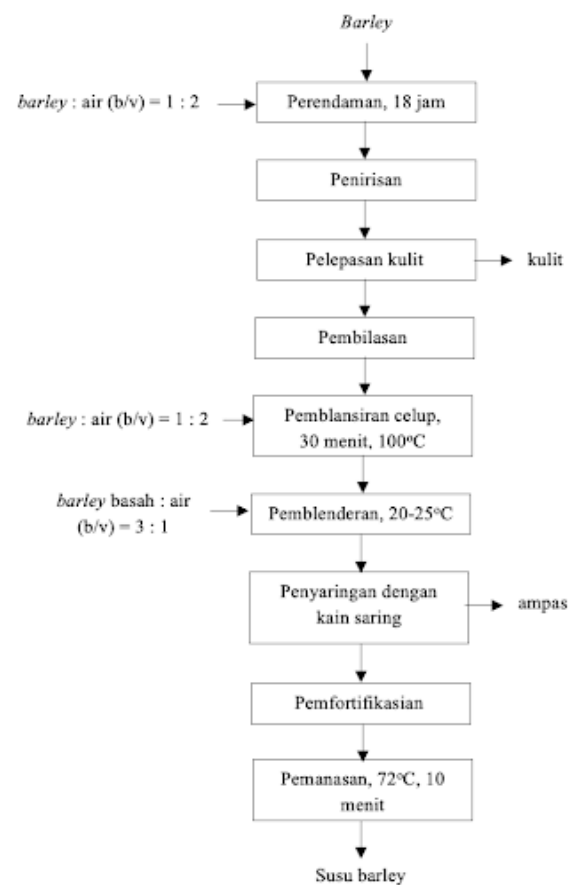
Berdasarkan Alijošius et al., (2016), *barley* mengandung 10,81% protein, 1,71% lemak, 4,82% serat kasar, 67,19% NFE, dan 2,16% abu. *Barley* juga kaya akan nutrisi lainnya yang meliputi serat makanan, mineral (molibdenum, mangan, selenium, tembaga, kromium, fosfor, dan magnesium), vitamin (vitamin B1, B3 dan vitamin E), serta asam fenolat yang tinggi (Kljusurić et al., 2015). *Barley* lebih mudah dicerna karena mengandung gluten yang rendah dan memiliki kandungan lisin, tianin, riboflavin yang tinggi (Marwat et al., 2012 dalam Alijošius et al., 2016).

Barley juga dapat berfungsi sebagai pangan fungsional karena *Barley* mengandung β -glucan (Rani et al., 2020). β -glucans sangat menguntungkan untuk kesehatan manusia dimana β -glucans mewakili serat makan terlarut dan dapat mengurangi resiko penyakit kanker, kolesterol, obesitas, diabetes dan penyakit jantung seperti penyakit jantung

koroner dan hipertensi (Nishantha et al., 2018).

PENGOLAHAN SUSU BARLEY

Susu nabati adalah hasil dari proses maserasi, penggilingan, filtrasi, dan mengekstraksi komponen-komponen dalam pangan tersebut dengan air (Munekata et al., 2020). Diagram alir proses pembuatan susu *barley* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir proses pembuatan susu *barley*

Sumber: Azzam & Naga (2011) dengan modifikasi

Proses pembuatan susu *barley* diawali dengan proses perendaman *barley* dalam air selama 18 jam untuk menurunkan kadar asam fitat yang terkandung secara alamiah pada *barley* (Azzam & Naga, 2011). *Barley* mengandung 3,85-9,85 mg/g asam fitat (Dai et al., 2007). Penurunan kadar asam fitat pada *barley* terjadi karena asam fitat yang

terkandung pada *barley* kering larut sepenuhnya sebagai garam larut air dalam bentuk kalium fitat (Crean & Haisman, 1963 dalam Azzam & Naga, 2011). Proses perendaman juga berfungsi untuk melunakkan tekstur *barley* sehingga mempermudah proses ekstraksi serta proses pemisahan kulit (Teshigawara, 2020).

Barley yang telah dikupas kemudian diberi perlakuan *blanching* untuk melunakkan tekstur sel dengan meningkatkan porositas membran seluler, sehingga dapat meningkatkan penyerapan air dan mempermudah proses ekstraksi (Azzam & Naga, 2011). Berdasarkan Bouajila et al. (2022), proses *blanching* juga dapat digunakan untuk menginaktivasi senyawa antinutrien pada *barley* yaitu asam fitat. Proses *blanching* dilanjutkan dengan pemblenderan dengan perbandingan air: *barley* basah = 3:1 sehingga didapatkan susu *barley* dengan konsistensi yang diinginkan. Proses pemblenderan diikuti dengan proses penyaringan dengan kain saring untuk memisahkan susu *barley* dari ampas *barley* (Azzam & Naga, 2011).

Susu berbasis nabati tidak mengandung semua komponen esensial yang terdapat pada susu sapi, seperti protein berkualitas tinggi (asam amino esensial), mineral (kalsium), dan vitamin (A,D,E. dan B12) (Teshigawara, 2020). Rendahnya kandungan komponen esensial tersebut menyebabkan perlunya fortifikasi komponen tertentu seperti kalsium dan vitamin pada susu berbasis nabati (Munekata et al., 2020).

Partikel koloidal pada sedimen susu nabati secara umum kurang stabil dan mengakibatkan terjadinya pengendapan partikel selama proses penyimpanan (Munekata et al., 2020), sehingga perlu dilakukan proses untuk menanggulangi hal tersebut. Proses pembuatan susu *barley* dilanjutkan dengan pemanasan pada suhu 72°C. Proses pasteurisasi (*heat treatment*)

dilakukan dengan tujuan untuk membunuh mikroba patogen dan mikroba pembusuk lainnya tanpa merusak zat gizi yang terkandung di susu *barley* (Maris & Radiansyah, 2021). Selain itu, proses *heat treatment* dapat berfungsi untuk meningkatkan stabilitas susu nabati dengan menginkorporasikan metode homogenisasi untuk memperkecil ukuran partikel. Proses homogenisasi dapat dilakukan dengan *hand whisker*, *pressure sprayer*, dan *high-speed mixer* (O. et al., 2014).

KOMPONEN BIOAKTIF SUSU *BARLEY*

β -glucans

Barley mengandung 2-8% β -glucans tergantung dengan faktor genetik dan lingkungan (Geng et al., 2021). β -glucans adalah polisakarida non selulosa yang biasa ditemukan pada dinding sel tumbuhan jenis rumput-rumputan (Geng et al., 2022). β -glucans tersusun atas molekul-molekul D-glukosa dan digabungkan dengan ikatan β -glikosidik (Anna et al., 2019). β -glucans memiliki efek positif terhadap kesehatan. Menurut Lange et al., (2010) dalam Anna et al., (2019), β -glucans dengan sumber yang berbeda memiliki sifat spesifik seperti kelarutan, derajat *blanching*, dan bentuk serta massa yang berbeda dan berdampak signifikan terhadap aktivitas biologis. Konsumsi β -glucans secara reguler dapat membantu mengurangi resiko penyakit jantung koroner dan hiperglikemia (Fuse et al., 2020 dalam Geng et al., 2022). β -glucans merupakan salah satu jenis serat larut air, dapat mereduksi difusi glukosa darah dan mengurangi pemecahan glukosa yang dilakukan oleh α -amilase (Papathanasopoulos et al., 2010 dalam Fairudz & Nisa, 2015). Serat dapat meningkatkan ekskresi kolesterol dalam feses sehingga kadar kolesterol yang menuju hati akan menurun dengan cara menjerat lemak dalam usus halus serta mengikat garam

empedu (produk akhir kolesterol) dan dikeluarkan bersama dengan feses, sehingga kadar kolesterol pada plasma darah juga ikut berkurang (Fairudz & Nisa, 2015).

Asam Fenolat

Barley mengandung 146-410 µg/g total asam fenolat (Quinde-Axtell & Baik, 2006). Asam fenolat secara dominan terletak pada bagian luar kernel *barley* (Dykes et al., 2007 dalam Idehen et al., 2017). Asam fenolat yang termasuk dalam kelompok fitokimia yang mengandung gugus fenolik (Dykes et al., 2007 dalam Idehen et al., 2017). Asam fenolat pada bahan nabati memiliki struktur alifatik tetapi memiliki cincin aromatik, atom hidrogen dari gugus hidroksil sehingga dapat digolongkan sebagai asam lemah (Kumar & Goel, 2019). Komponen asam fenolat digunakan sebagai biopestisida, bioherbisida, obat-obatan serta komponen yang bermanfaat bagi kesehatan manusia (Kowalska et al., 2022). Konsumsi asam fenolat dapat menurunkan resiko penyakit jantung koroner dan diabetes tipe II (Kasprzak et al., 2018). Konsumsi asam fenolat memiliki banyak manfaat untuk kesehatan. Berdasarkan Kumar et al., (2019), asam fenolat berfungsi sebagai zat antioksidan, antikanker, antimikroba, antiinflamasi, antidiabetik, neuroprotektif. Selain itu, asam fenolat juga dapat digunakan sebagai pengawet makanan.

Flavonoid

Barley mengandung 62,0-300,8 µg/g flavonoid (Kim et al., 2007). Flavonoid adalah senyawa polifenol dengan 15 atom karbon yang tersusun dalam konfigurasi C6-C3-C6, artinya kerangka karbon tersusun atas dua gugus C6 (cincin benzena tersubstitusi) dan disambungkan oleh rantai alifatik tiga karbon (Tiang et al., 2018 dalam Arifin et al., 2018). Bagian *barley* yang memiliki kandungan flavonoid yang tinggi adalah pada bagian biji, bukan bagian kulit (Ekalu & Habila, 2020).

Flavonoid memiliki beragam efek biokimia dan antioksidan pada berbagai macam penyakit seperti kanker, Alzheimer, dan *atherosclerosis* (Panche et al., 2016). Flavonoid dapat berperan sebagai zat antioksidan, antiinflamatori, antibakterial, antikanker, antifungal, serta membantu penurunan stress oksidatif dan kadar kolesterol pada tubuh (Ekalu & Habila, 2020).

Tokol (Tokoferol dan Tokotrienol)

Barley mengandung total tokol sebesar 40-151,1 µg/g (Temelli et al., 2013). Tokol terbagi menjadi tokoferol dan tokotrienol (Delgado et al., 2020) dan termasuk dalam komponen fenolik (Shahidi & De Camargo, 2016). Berdasarkan Delgado et al., (2020), tokoferol tersusun atas cincin kromanol dan terikat dengan rantai karbon panjang pada bagian samping dan terdapat perbedaan variasi pada posisi gugus metil yang terdapat pada cincin kromanol, sehingga menyebabkan perbedaan penamaan seperti α -, β -, γ -, dan δ -tokoferol. Struktur yang berbeda dari tokotrienol adalah terdapat tiga ikatan rangkap pada posisi ke 3,7, dan 11 pada rantai samping, sedangkan pada tokoferol tidak terdapat ikatan rangkap pada rantai samping (Shahidi & De Camargo, 2016).

Komponen tokoferol banyak terkandung pada bagian inti biji *barley*, sedangkan komponen tokotrienol banyak terdapat pada bagian endosperm dan perikarp *barley* (Idehen et al., 2017). Tokoferol memiliki komposisi yang lebih banyak dibandingkan dengan tokotetrol, dimana hanya ditemukan pada beberapa jenis buah dan biji-bijian (Zhao et al., 2021). Berdasarkan Zhao et al., (2021), tokoferol cukup mudah ditemukan pada berbagai bagian tanaman seperti buah, kloroplas daun, kotiledon, hipokotil serta batang, sedangkan tokotrienol hanya terdapat pada jaringan yang spesifik seperti biji dan perikarp. Tokoferol merupakan antioksidan

larut lemak pada pangan yang paling penting (Shahidi & De Camargo, 2016). Berdasarkan Zhao et al., (2021), tokoferol dapat berperan dalam menurunkan kadar kolesterol dan sebagai zat antikanker, sedangkan tokotrienol berperan dalam mencegah sel saraf mengalami kerusakan oksidatif, mengurangi tingkat inflamasi sel saat siklus kemoterapi (bagi pasien kanker), dan mengurangi stress retikulum endoplasma pada sel tubuh.

Fitosterol

Barley mengandung 820-1.153 µg/g sterol (Andersson et al., 2008). Fitosterol terdiri dari 28 hingga 30 atom steroid sebagai rangka struktur dengan gugus hidroksil menempel pada C-3 dari cincin A, dan rantai alifatik pada atom C-17 dari cincin D (Pateh et al., 2009 dalam Jannah et al., 2013). Komponen fitosterol banyak terdapat pada bagian luar kernel *barley* (Idehen et al., 2017). Berdasarkan Poli et al., (2021), fitosterol berperan besar dalam penurunan kolesterol dengan mengurangi tingkat LDL. Fitosterol juga berperan sebagai zat antiinflamasi, mengurangi resiko penyakit jantung coroner, serta mengurangi absorpsi kolesterol pada usus dengan cara inhibisi (Poli et al., 2021). Selain itu, fitosterol juga turut berperan dalam mengurangi resiko diabetes dan obesitas (Idehen et al., 2017).

KESIMPULAN

Barley dan susu *barley* sebagai salah satu produk turunan susu *barley* mengandung banyak komponen bioaktif seperti β-glucans, asam fenolat, flavonoid, tokol, dan fitosterol. Komponen bioaktif tersebut dapat memberi banyak manfaat positif untuk kesehatan seperti mengurangi resiko penyakit jantung, menurunkan kadar gula darah, mencegah kanker, dan memperlancar sistem pencernaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alijošius, S., Švirnickas, G. J., Kliševiciute, V., Gružasuskas, R., Šašyte, V., Racevičiute-Stupeliene, A., Daukšiene, A., & Dailidavičiene, J. (2016). The chemical composition of different barley varieties grown in Lithuania. *Veterinarija Ir Zootechnika*, 73(95), 9–13.
- Andersson, A. A. M., Lampi, A.-M., Nyström, L., Piironen, V., Li, L., Ward, J. L., Gebruers, K., Courtin, C. M., Delcour, J. A., Boros, D., Fraš, A., Dynkowska, W., Rakszegi, M., Bedő, Z., Shewry, P. R., & Åman, P. (2008). Phytochemical and dietary fiber components in barley varieties in the HEALTHGRAIN diversity screen. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(21), 9767–9776.
- Anna, C., Malgorzata, E. D., Hamulka, J., & Sadkowski, T. (2019). *Nutraceutical Functions of Beta -Glucans*. 70(4), 315–324.
- Arifin, B., & Ibrahim, S. (2018). Structure, bioactivity, and antioxidant of flavonoid. *Jurnal Zarah*, 6(1), 21–29.
- Azzam, M. A., & Naga, A. (2011). *Optimization Of Processing Techniques*. 2(10), 577–591.
- Bouajila, A., Lamine, M., Hamdi, Z., Ghorbel, A., & Gangashetty, P. (2022). A Nutritional survey of local barley populations based on the mineral bioavailability, fatty acid profile, and geographic distribution of fusarium species and the mycotoxin Zearalenone (ZEN). *Agronomy*, 12(4).
- Dai, F., Wang, J., Zhang, S., Xu, Z., & Zhang, G. (2007). Genotypic and environmental variation in phytic acid content and its relation to protein content and malt quality in barley. *Food Chemistry*, 105(2), 606–611.

- Delgado, A., Al-Hamimi, S., Ramadan, M. F., De Wit, M., Durazzo, A., Nyam, K. L., & Issaoui, M. (2020). Contribution of tocots to food sensorial properties, stability, and overall quality. *Journal of Food Quality*, 2020.
- Ekalu, A., & Habila, J. D. (2020). Flavonoids: isolation, characterization, and health benefits. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*, 9(45).
- Fairudz, A., & Nisa, K. (2015). Effects of dietary fiber to cholesterol level on overweight patientst. *Jurnal Majority*, 4(8), 121–126.
- Foley, J. A., Ramankutty, N., Brauman, K. A., Cassidy, E. S., Gerber, J. S., Johnston, M., Mueller, N. D., O'Connell, C., Ray, D. K., West, P. C., Balzer, C., Bennett, E. M., Carpenter, S. R., Hill, J., Monfreda, C., Polasky, S., Rockström, J., Sheehan, J., Siebert, S., ... Zaks, D. P. M. (2011). Solutions for a cultivated planet. *Nature*, 478(7369), 337–342.
- Geng, L., He, X., Ye, L., & Zhang, G. (2022). Identification of the genes associated with β -glucan synthesis and accumulation during grain development in barley. *Food Chemistry: Molecular Sciences*, 5(September), 100136.
- Geng, L., Li, M., Xie, S., Wu, D., Ye, L., & Zhang, G. (2021). Identification of genetic loci and candidate genes related to β -glucan content in barley grain by genome-wide association study in international barley core selected collection. *Molecular Breeding*, 41(1), 6.
- Guetouache, M., Guessas, Bettache, Medjekal, & Samir. (2014). Composition and nutritional value of raw milk. *Issues in Biological Sciences and Pharmaceutical Research*, 2(10), 115–122.
- Idehen, E., Tang, Y., & Sang, S. (2017a). Bioactive phytochemicals in barley. *Journal of Food and Drug Analysis*, 25(1), 148–161. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2016.08.002>
- Idehen, E., Tang, Y., & Sang, S. (2017b). Bioactive phytochemicals in barley. *Journal of Food and Drug Analysis*, 25(1), 148–161.
- Jannah, H., Sudarma, I. M., & Andayani, Y. (2013). Analisis senyawa fitosterol dalam ekstrak buah buncis (*Phaseolus vulgaris* L.). *Chem. Prog.*, 6(2), 70–75.
- Kasprzak, K., Oniszczuk, T., Wójtowicz, A., Waksmundzka-Hajnos, M., Olech, M., Nowak, R., Polak, R., & Oniszczuk, A. (2018). Phenolic acid content and antioxidant properties of extruded Corn snacks enriched with kale. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, 2018.
- Kim, M.-J., Hyun, J.-N., Kim, J.-A., Park, J.-C., Kim, M.-Y., Kim, J.-G., Lee, S.-J., Chun, S.-C., & Chung, I.-M. (2007). Relationship between phenolic compounds, anthocyanins content and antioxidant activity in colored barley germplasm. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(12), 4802–4809.
- Kljusurić, J. G., Benković, M., & Bauman, I. (2015). Classification and processing optimization of barley milk production using NIR spectroscopy, particle size, and total dissolved solids analysis. *Journal of Chemistry*, 2015(June 2015).
- Kowalska, I., Mołdoch, J., Pawelec, S., Podolska, G., von Cossel, M., Derycke, V., Haesaert, G., Lana, M.

- A., da Silva Lopes, M., Riche, A. B., Stützel, H., Hackett, R., & Oleszek, W. (2022). Environmental and cultivar variability in composition, content and biological activity of phenolic acids and alkylresorcinols of winter wheat grains from a multi-site field trial across Europe. *Journal of Cereal Science*, 107(April), 103527.
- Kumar, N., & Goel, N. (2019). Phenolic acids: Natural versatile molecules with promising therapeutic applications. *Biotechnology Reports*, 24, e00370.
- Lahouar, L., Arem, A. El, & Achour, L. (2016). Bioactive compounds in whole grain barley: Nutraceutical properties and health benefits. *Journal of Bioresources Valorization*, 1(1), 1–15.
- Lazaridou, A., Biliaderis, C., & Izydorczyk, M. (2007). Cereal B-glucans: Structures, physical properties and physiological functions. In *Functional Food Carbohydrates* (pp. 1–72).
- Maris, I., & Radiansyah, M. R. (2021). Review of plant-based milk utilization as a substitute for animal milk. *Food Scientia : Journal of Food Science and Technology*, 1(2), 103–116.
- Munekata, P. E. S., Domínguez, R., Budaraju, S., Roselló-Soto, E., Barba, F. J., Mallikarjunan, K., Roohinejad, S., & Lorenzo, J. M. (2020). Effect of innovative food processing technologies on the physicochemical and nutritional properties and quality of non-dairy plant-based beverages. *Foods*, 9(3), 1–16.
- Nishantha, M. D. L. C., J., D. C., Xiaojun, N., & Weining, S. (2018). Beta-Glucan : An overview of its properties, health benefits, genetic background and practical applications. *Scholars Journal of Agriculture and Veterinary Sciences*, 5(3), 130–140.
- O., A. O., T., O. O., & O., Y. A. (2014). Homogenization of milk and its effect on sensory and physico-chemical properties of yoghurt. *African Journal of Food Science*, 8(9), 465–470.
- Panche, A. N., Diwan, A. D., & Chandra, S. R. (2016). Flavonoids: an overview. *Journal of Nutritional Science*, 5, e47.
- Park, Y. W. (2009). *Bioactive Components in Milk and Dairy products*. Blackwell Publishing.
- Poli, A., Marangoni, F., Corsini, A., Manzato, E., Marrocco, W., Martini, D., Medea, G., & Visioli, F. (2021). Phytosterols, cholesterol control, and cardiovascular disease. *Nutrients*, 13(8), 1–13.
- Poore, J., & Nemecek, T. (2018). Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*, 360(6392), 987–992.
- Qiao, R., Huang, C., Du, H., Zeng, G., Li, L., & Ye, S. (2011). Milk consumption and lactose intolerance in adults. *Biomedical and Environmental Sciences*, 24(5), 512–517.
- Quinde-Axtell, Z., & Baik, B.-K. (2006). Phenolic compounds of barley grain and their implication in food product discoloration. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(26), 9978–9984.
- Rani, A., Sood, S., & Bhat, F. M. (2020). *Physico-chemical and Functional Properties of Three Hull-less Barley (Hordeum vulgare) Varieties Grown in the High Altitude Region*. 9(9), 2069–2077.
- Salama, F. M. M., Azzam, M. A., Rahman, M. A. A., Naga, M. M. A.-E., & Abdl-Hameed, M. S. (2011). Optimization of processing techniques for production of oat and barley milks. *Journal of Food and Dairy Science*, 2(10), 577–591.

- Shahidi, F., & De Camargo, A. C. (2016). Tocopherols and tocotrienols in common and emerging dietary sources: Occurrence, applications, and health benefits. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(10).
- Smith, N. W., Dave, A. C., Hill, J. P., & McNabb, W. C. (2022). Nutritional assessment of plant-based beverages in comparison to bovine milk. *Frontiers in Nutrition*, 9(August). <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.957486>
- Stanišić, S. M., Babić, L., & Turan, J. (2010). Physical properties of barley seed (*Hordeum sativum* L.) and resistance to breakage fizičke osobine semena ječma (*Hordeum sativum* L.) i otpornost na lom. *Journal on Processing and Energy in Agriculture*, 14(January 2010), 116–119.
- Temelli, F., Stobbe, K., Rezaei, K., & Vasanthan, T. (2013). Tocol composition and supercritical carbon dioxide extraction of lipids from Barley pearling flour. *Journal of Food Science*, 78(11), C1643–C1650.
- Teshigawara, M. (2020). Development of next-generation nutritionally fortified plant-based milk substitutes: structural design principles. *Foods*, 9(421), 271–314.
- Zhao, Y., Li, J., Huang, S., Li, H., Liu, Y., Gu, Q., Guo, X., & Hu, Y. (2021). Tocochromanols and chlorophylls accumulation in young pomelo (*Citrus maxima*) during early fruit development. *Foods*, 10(9), 1–15.
- Zujko, M. E., & Witkowska, A. M. (2014). Antioxidant potential and polyphenol content of beverages, chocolates, nuts, and seeds. *International Journal of Food Properties*, 17(1), 86–92.