



## Karakteristik kimia dan fungsional minuman instan kecambah kedelai terfortifikasi kalsium

Siti Aminah<sup>1</sup>, Hersanti Sulistyaningrum<sup>2\*</sup>, Rohadi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknologi Pangan, Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang, Indonesia

<sup>2</sup>Ilmu Gizi, Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang, Indonesia

<sup>3</sup>Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Semarang, Semarang, Indonesia

### Article history

*Diterima:*

8 September 2023

*Diperbaiki:*

31 Oktober 2023

*Disetujui:*

23 Desember 2023

### Keyword

*Calcium;*

*Fortification;*

*Functional;*

*Soybean sprouted milk*

### ABSTRACT

*The bioactive components of soybean sprouts have been known to provide health benefits. The functional product that can be developed is instant soybean sprout milk through an encapsulation process using a spray dryer. This product can have its functional and nutritional value increased through fortification. Calcium is a fortifier that can be used to increase the calcium of soybean sprout milk. This research aims to determine the chemical and functional composition (vitamins C and E) as well as the antioxidant activity of instant soybean sprout milk fortified with calcium. Three types of calcium used are: calcium: lactate, carbonate and chloride, each with 4 concentration levels (0.3%; 0.6 %; 0.9% and 1.2%). The results showed that calcium fortification had an effect on chemical composition, vitamin C, vitamin E and antioxidant activity. Fortification with calcium lactate provides the highest results in chemical composition including levels of: ash, fat, protein, crude fiber, vitamins C and E and antioxidant activity.*



*This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.*

\* Penulis korespondensi

Email : hersanti@unimus.ac.id

DOI 10.21107/agrointek.v19i1.22284

## PENDAHULUAN

Salah satu metode yang murah dan efektif untuk meningkatkan nilai gizi dan komponen bioaktif kacang kedelai adalah melalui bioproses perkecambahan. Pertumbuhan benih menjadi kecambah melalui proses metabolisme yang kompleks. Selama proses metabolisme terjadi peningkatan aktivitas enzim, diantaranya adalah mensintesis sel-sel baru, hidrolisis cadangan makanan dalam biji untuk menghasilkan energi dan nutrisi pertumbuhan kecambah. Bioavailabilitas dan berbagai molekul makanan dan metabolit sekunder menunjukkan peningkatan selama perkecambahan (Mukherjee *et al.* 2014). Komponen antioksidan seperti fenolik, vitamin C, vitamin E dan juga asam amino bebas, isoflavon, serat kasar, mineral telah dilaporkan menunjukkan peningkatan selama perkecambahan (Wojdylo *et al.* 2020; Aminah and Meikawati 2017; Ojha 2014; Winarsi *et al.* 2020). Perkecambahan juga dapat menurunkan faktor anti-gizi diantaranya adalah tannin, oksalat dan asam fitat (Ojha 2014; Murugkar 2014; Oyedeji *et al.* 2018)

Komponen-komponen fitokimia kecambah kedelai telah dilaporkan dapat memberikan dampak menguntungkan untuk kesehatan. Aminah *et al.* (2017) melaporkan bahwa konsumsi tepung kecambah kedelai bermanfaat untuk kesehatan tulang pada tikus model osteoporosis.

Kecambah kedelai telah dikembangkan menjadi berbagai produk fungsional baik makanan atau minuman seperti susu kecambah kedelai basah (Winarsi 2017; Oyedeji *et al.* 2018), tepung kecambah kedelai (Aminah *et al.* 2017a), susu kecambah kedelai instan (Dewi *et al.* 2019), *yoghurt* susu kecambah kedelai (Amalia and Aminah 2021), dan minuman instan kecambah kedelai beras hitam (Aminah *et al.* 2022).

Beberapa produsen telah berupaya meningkatkan peran susu kedelai untuk kesehatan tulang dengan fortifikasi kalsium. Susu kedelai hanya mengandung kalsium 200mg/l, sedang susu sapi mengandung 1200mg/l. Melalui fortifikasi kalsium susu kedelai dapat berperan sebagai penyedia sumber kalsium alternatif susu sapi (Zhao *et al.* 2005).

Tang *et al.* (2010) melaporkan bahwa kalsium yang difortifikasikan pada susu kedelai dapat terserap sebagaimana kalsium pada susu sapi. Oleh karenanya dapat memberikan asupan

kalsium yang cukup. Konsumsi kalsium yang rendah dapat memberikan dampak pada resiko patah tulang dan osteoporosis (Fischer *et al.* 2018).

Beberapa jenis mineral yang umum sebagai bahan fortifikan dengan tujuan untuk kesehatan tulang adalah kalsium fosfat, kalsium karbonat, kalsium florida, kalsium klorida, dan magnesium florida. (Sihombing *et al.* 2012; Mir 2021; Palacios *et al.* 2020). Setiap jenis kalsium akan memberikan pengaruh terhadap karakteristik fisikokimia, protein, bioavailabilitas kalsium dan komponen lain (Acosta *et al.* 2020; Zhaoyi *et al.* 2023; Ye *et al.* 2019; Tang *et al.* 2023). Hal tersebut disebabkan karena masing-masing kalsium memiliki karakteristik fisik, kelarutan, dan kemampuan interaksi dengan komponen lain yang berbeda dalam sistem pangan. Penelitian terdahulu melaporkan bahwa fortifikasi kalsium pada susu kedelai dapat menyebabkan koagulasi karena interaksi dengan protein (Pathomrungsriyonggul *et al.* 2010; Kaharso *et al.* 2022).

Oleh karenanya pemilihan jenis kalsium sebagai fortifikan perlu mempertimbangkan karakteristik kalsium disamping faktor ekonomi (Li *et al.* 2011). Kecambah kedelai yang diketahui memiliki komponen vitamin C dan E serta aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dibanding kedelai kemungkinan akan terpengaruh oleh kalsium yang ditambahkan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi kimia, vitamin C, vitamin E dan aktivitas antioksidan susu instan kecambah kedelai terfortifikasi kalsium.

## METODE

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi kecambah dari kedelai varietas Devon 2 diperoleh dari Unit Pengolahan Benih Sumber Tanaman Aneka Kacang Kendal Payak Malang Jawa Timur. Bahan enkapsulasi meliputi MDE (maltodextrin) dan *gum arabic* (GA) yang diperoleh dari Toko Kimia Indrasari Semarang Jawa Tengah. Peralatan yang diperlukan terdiri dari: alat untuk pengecambahan kedelai, *spray drying*, homogenizer (EYELA NZ\_1000), *spectrophotometer* UV-Vis (AMV 09), timbangan analitik (Shimadzu/ATX 224), *waterbath* (Memmert), mikropipet dan aluminium foil, peralatan gelas.

## Persiapan Sampel

Kecambah kedelai dibuat berdasarkan metode Aminah *et al.* (2022). Ditimbang kedelai sebanyak 1000 g, kemudian dilakukan pencucian menggunakan air mengalir, dilanjutkan perendaman dengan larutan elisitor 2% (1:3 w/v) pada suhu kamar, selama 8 jam. Kedelai yang sudah direndam, ditiriskan, dicuci dan ditiriskan lagi. Kemudian dikecambahkan selama 36 jam pada suhu ruang dalam kondisi gelap, setiap 4 jam dilakukan penyemprotan dengan air. Susu kecambah kedelai dibuat dengan prosedur sebagai berikut kecambah kedelai ditimbang sebanyak 1000 g, kemudian dihancurkan menggunakan blender, dengan penambahan air sebanyak 4 kali berat kecambah kedelai (5:1). Kemudian dilakukan penyaringan ke-1 hingga diperoleh susu kecambah kedelai, dilanjutkan penyaringan ke-2 menggunakan penyaring vakum. Kemudian dikemas dalam botol gelap disimpan pada lemari pendingin hingga proses enkapsulasi dilaksanakan.

## Persiapan Enkapsulasi dan Pembuatan mikrokapsul

Enkapsulasi dilakukan terhadap susu kecambah kedelai (SKK), modifikasi dari prosedur Aminah *et al.* (2022). Sampel susu kecambah kedelai ditambahkan bahan penyalut MDE dan GA dengan perbandingan (1:1). Konsentrasi masing-masing penyalut sebanyak 20 % dari volume SKK. Kemudian dilakukan homogenisasi menggunakan homogenizer dengan kecepatan 3000 rpm, selama 10 menit. Selanjutnya dilakukan pengeringan menggunakan *spray dryer* yang telah diatur suhu *inlet* menjadi 120°C dan *outlet* 80°C. Mikrokapsul yang dihasilkan berbentuk serbuk selanjutnya kumpulkan, ditimbang dan dikemas dalam

aluminium foil, ditutup rapat dan disimpan suhu rendah, hingga waktu formulasi dan fortifikasi.

## Formulasi

Minuman susu instan kecambah kedelai dibuat melalui formulasi mikrokapsul SKK dengan susu skim, gula halus, dilakukan *mixing* dalam bentuk kering. Perbandingan bahan ditunjukkan pada Tabel 1. Masing-masing bahan ditimbang sesuai dengan perlakuan, kemudian dicampurkan hingga homogen. Formula yang sudah diperoleh sebanyak selanjutnya difortifikasi dengan kalsium laktat, karbonat dan klorida, dengan jumlah sesuai dengan Tabel 1. Selanjutnya dengan cepat dikemas dalam aluminium foil, ditutup rapat dan disimpan dalam *freezer* (-18°C ± 2°C) hingga waktu analisis.

## Analisis komposisi kimia

Analisis komposisi kimia mengikuti metoda Latimer (2019) yang meliputi kadar air, protein, abu, protein, lemak dan serat kasar. Analisis Vitamin C menggunakan metode titrasi (Sharaa dan Mussa, 2019). Vitamin C susu instan kecambah kedelai terfortifikasi kalsium ditetapkan dengan prosedur sebagai berikut:

- Standarisasi larutan Natrium Tiosulfat: dipipet 5 ml larutan KIO<sub>3</sub> ditambah 10 ml larutan KI 10% ditambah 10 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> encer ke dalam erlenmeyer. I<sub>2</sub> yang dibebaskan dititrasi dengan larutan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> hingga berwarna kuning, kemudian ditambahkan beberapa tetes amilum, dilanjutkan titrasi hingga berwarna biru kehitaman, kompleks amilum-triiodida menghilang. Titrasi diulang hingga diperoleh hasil yang sesuai, dihitung normalitas larutan tiosulfat.

Tabel 1 Bahan-bahan untuk formulasi minuman instan susu kecambah kedelai terfortifikasi kalsium

Bahan	Kontrol	Perlakuan											
		Kalsium laktat (%)				Kalsium karbonat (%)				Kalsium klorida (%)			
		0,3	0,6	0,9	1,2	0,3	0,6	0,9	1,2	0,3	0,6	0,9	1,2
Mikrokapsul Kecambah Kedelai (%)	50	49,7	49,6	49,1	48,2	49,7	49,6	49,1	48,2	49,7	49,6	49,1	48,2
Susu skim (%)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Gula halus (%)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Kalsium	0	0,3	0,6	0,9	1,2	0,3	0,6	0,9	1,2	0,3	0,6	0,9	1,2
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

- b. Titrasi larutan standar asam askorbat. 5 ml larutan sampel dipipet. Prosedur standarisasi sama dengan standarisasi Natrium Tiosulfat. Konsentrasi asam askorbat dihitung menggunakan Persamaan (1).

$$\begin{aligned} Eq \text{ asam askorbat} & \quad (1) \\ &= (mEq \text{ sodium iodat} \\ &- mEq \text{ sodium thiosulfate}) \end{aligned}$$

- c. Titrasi sampel: dengan larutan Iodium yang sudah distandarisasi. Dipipet 10 ml larutan sampel dan dimasukkan kedalam Erlenmeyer. Ditambahkan 1,2 ml larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10%, kemudian ditambahkan indikator amilum 1% beberapa tetes, dilanjutkan dengan titrasi menggunakan larutan standar hingga berwarna biru.

### Analisis Vitamin E (AOAC 2005)

#### Preparasi sampel

Susu instan kecambah kedelai diekstraksi menggunakan petroleum eter, kemudian divortex hingga seluruh sampel terekstraksi. Dipindahkan pada labu 10 ml, kemudian diuapkan dengan gas nitrogen. Selanjutnya ditambahkan 5 ml toluene; 3,5 ml larutan 2,2, biperidin dalam etanol 0,07 % (b/v) dan 0,5 ml ferri klorida dalam etanol 0,02% (b/v) dan ditambah etanol hingga tanda batas. Divortex 1 menit hingga warna terbentuk sempurna, dibiarkan 1 menit, selanjutnya dilakukan pembacaan dengan spektrofotometer pada  $\lambda$  520 nm.

Larutan standar tokoferol, dibuat dengan menimbang 134,2 mg tokoferol standar, dilarutkan dalam PE. Dibuat beberapa konsentrasi, 50, 100, 200, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000  $\mu$ l, masing masing ditambahkan 5 ml toluene: 3,5 ml larutan 2,2 biperidin dalam etanol 0,07% (b/v) dan 0,5 ml ferri klorida dalam etanol 0,02%. Kemudian dilakukan pembacaan dengan spektrofotometer pada  $\lambda$  520 nm. Dibuat kurva standart melalui regresi linier.

#### Analisis Aktivitas Antioksidan

Analisis aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode DPPH (2,2 dipenyl-1-picrylhidrazyl), modifikasi dari Maesaroh *et al.* (2018). Prosedur analisis adalah sebagai berikut ditimbang 0,05 gram sampel dimasukkan ke dalam tabung sentrifus yang berisi pelarut etanol: air (70:30, v/v). Campuran tersebut divortex selama 10 menit, kemudian didiamkan selama 12 jam

dalam kondisi gelap, selanjutnya disentrifus dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit, kemudian di diamkan dalam kondisi gelap. Selanjutnya disentrifus dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit, hingga didapat supernatan. Supernatan dipindahkan ke tabung baru, sedangkan residu di ekstrak lagi dengan menambahkan 5 ml pelarut, kedua ekstrak dicampur dan disimpan dalam keadaan gelap pada suhu 4 °C.

Diambil sebanyak 1 ml sampel, dimasukan ke dalam tabung dan ditambah 1 mL DPPH 0,15 mM dan 3 ml etanol 70%, kemudian digojog selama 1 menit menggunakan vortex selanjutnya diinkubasi pada suhu kamar dalam kondisi gelap selama 30 menit. Setelah itu diukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 517 nm. Sebagai kontrol digunakan 4 ml etanol 70% ditambah 1 ml DPPH 0,15 mM dan diperlakukan seperti sampel. Aktivitas antioksidan tepung kecambah dihitung sebagai *scavenging effect* DPPH dengan rumus perhitungan yang dinyatakan pada Persamaan (2).

$$\%RSA = \left[ 1 - \frac{\text{abs sampel}}{\text{abs blanko}} \right] \times 100 \quad (2)$$

#### Analisis Data

Data dianalisis menggunakan uji beda *two way Anova (Analysis of Varian)* untuk menguji pengaruh perlakuan terhadap karakteristik kimia, vitamin C, vitamin E dan aktivitas antioksidan. Hasil analisis yang menunjukkan pengaruh (*p value* < 0,05) dilakukan uji lanjut menggunakan Duncan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan Analisis data dilakukan dengan menggunakan *software* SPSS versi 19.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Komposisi Kimia

Susu instan kecambah kedelai yang difortifikasi dengan kalsium merupakan produk fungsional, selain diharapkan dapat memberikan sumbangan asupan zat gizi dan sekaligus bermanfaat untuk kesehatan tulang khususnya. Komposisi kimia produk susu instan kecambah kedelai disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan bahwa secara umum perlakuan fortifikasi kalsium pada mikrokapsul susu kecambah kedelai berpengaruh terhadap komposisi kimia baik kadar air, kadar abu, kadar lemak, serat kasar dan kadar protein.

Tabel 2 Komposisi kimia susu instan kecambah kedelai terfortifikasi kalsium

Sampel	Parameter				
	Kadar Air (%)	Abu (%)	Lemak (&)	Serat Kasar (%)	Protein (%)
Kontrol	7,94 ± 0,09 <sup>b</sup>	1,90 ± 0,06 <sup>a</sup>	1,35 ± 0,08 <sup>e</sup>	3,45 ± 0,08 <sup>i</sup>	6,60 ± 0,08 <sup>d</sup>
Ca Laktat					
0,3%	8,37 ± 0,19 <sup>c</sup>	2,08 ± 0,04 <sup>bc</sup>	1,27 ± 0,07 <sup>abcd</sup>	2,56 ± 0,07 <sup>e</sup>	6,57 ± 0,09 <sup>d</sup>
0,6%	8,41 ± 0,21 <sup>c</sup>	2,25 ± 0,09 <sup>d</sup>	1,29 ± 0,04 <sup>bcd</sup>	2,30 ± 0,08 <sup>d</sup>	6,52 ± 0,09 <sup>bcd</sup>
0,9%	8,53 ± 0,12 <sup>c</sup>	2,57 ± 0,08 <sup>e</sup>	1,27 ± 0,02 <sup>a</sup>	2,05 ± 0,10 <sup>c</sup>	6,55 ± 0,07 <sup>d</sup>
1,2%	8,75 ± 0,19 <sup>d</sup>	2,77 ± 0,08 <sup>f</sup>	1,25 ± 0,05 <sup>abc</sup>	1,86 ± 0,04 <sup>b</sup>	6,51 ± 0,13 <sup>bcd</sup>
Ca karbonat					
0,3%	9,07 ± 0,05 <sup>e</sup>	2,64 ± 0,08 <sup>e</sup>	1,24 ± 0,05 <sup>abc</sup>	2,38 ± 0,07 <sup>d</sup>	6,36 ± 0,09 <sup>b</sup>
0,6%	9,12 ± 0,03 <sup>e</sup>	2,89 ± 0,04 <sup>f</sup>	1,20 ± 0,02 <sup>a</sup>	2,14 ± 0,04 <sup>c</sup>	6,48 ± 0,07 <sup>bcd</sup>
0,9%	9,15 ± 0,04 <sup>e</sup>	3,16 ± 0,13 <sup>g</sup>	1,21 ± 0,03 <sup>ab</sup>	1,92 ± 0,05 <sup>b</sup>	6,35 ± 0,09 <sup>b</sup>
1,2%	9,16 ± 0,07 <sup>e</sup>	3,44 ± 0,13 <sup>h</sup>	1,22 ± 0,03 <sup>ab</sup>	1,73 ± 0,09 <sup>a</sup>	6,17 ± 0,14 <sup>a</sup>
Ca klorida					
0,3%	7,84 ± 0,05 <sup>ab</sup>	1,93 ± 0,04 <sup>a</sup>	1,35 ± 0,06 <sup>de</sup>	3,28 ± 0,10 <sup>b</sup>	6,54 ± 0,05 <sup>de</sup>
0,6%	7,78 ± 0,03 <sup>ab</sup>	1,99 ± 0,03 <sup>ab</sup>	1,32 ± 0,02 <sup>cde</sup>	3,05 ± 0,08 <sup>g</sup>	6,53 ± 0,05 <sup>de</sup>
0,9%	7,79 ± 0,05 <sup>ab</sup>	2,03 ± 0,05 <sup>abc</sup>	1,27 ± 0,03 <sup>abcd</sup>	2,84 ± 0,10 <sup>f</sup>	6,38 ± 0,06 <sup>bc</sup>
1,2%	7,69 ± 0,08 <sup>a</sup>	2,13 ± 0,05 <sup>cd</sup>	1,27 ± 0,02 <sup>abcd</sup>	2,85 ± 0,06 <sup>f</sup>	6,36 ± 0,08 <sup>b</sup>

### Kadar Air

Produk susu instan kecambah kedelai terfortifikasi adalah serbuk yang diperoleh dari proses pengeringan menggunakan metode *spray drying*, sehingga memiliki kadar air yang rendah. Badan Standarisasi Nasional (BSN) mendefinisikan susu bubuk adalah olah susu yang dikurangi kadar air, melalui proses pengeringan susu segar, atau susu rekombinasi atau pencampuran kering (*dry blend*), dengan atau tanpa penambahan zat gizi lain seperti mineral, vitamin, dan bahan tambahan pangan yang dibolehkan (SNI 2015).

Tabel 2 menunjukkan bahwa fortifikasi dan jenis kalsium berpengaruh terhadap kadar air ( $p$  value < 0,05), sedangkan konsentrasi kalsium tidak memberikan pengaruh yang signifikan. Kadar air tertinggi pada perlakuan fortifikasi menggunakan kalsium karbonat (9,15%). Fortifikasi menggunakan kalsium klorida secara umum mempunyai kadar air terendah dibanding dengan jenis kalsium lain, namun tidak berbeda dengan kontrol (tanpa fortifikasi). Kalsium memiliki kemampuan berinteraksi dengan kasein dari protein susu yang dapat membentuk jaringan kalsium-kasein. Hal tersebut menyebabkan penurunan kemampuan protein dalam menghidrasi air. Kalsium-kasein lebih mudah menyerap air, namun air yang terperangkap di dalam jaringan lebih kecil. Sehingga semakin

banyak jaringan kalsium-kasein, semakin banyak jumlah air bebas semakin banyak, sehingga kadar air produk yang terukur semakin tinggi. Kasein pada susu instan kecambah kedelai ini adalah kasein dari susu skim, yang digunakan sebagai salah satu bahan formula. Kalsium akan mengendap bersama kasein dan membentuk ikatan *crosslink* pada pH isoelektrik (Rahayu et al., 2013). Secara umum kadar air produk susu instan kecambah kedelai ini lebih tinggi dari hasil penelitian Dewi et al. (2019), yaitu 4,3%. Metode pengeringan kemungkinan memberikan pengaruh terhadap kadar air.

### Kadar Abu

Kadar abu merupakan kombinasi dari komponen anorganik atau mineral bahan pangan dan merupakan residu organik dari proses pembakaran atau oksidasi komponen organik bahan pangan. Kandungan abu pada suatu bahan menunjukkan kandungan mineral dari produk tersebut. Hasil analisis kadar abu susu kecambah kedelai terenkapsulasi dengan fortifikasi kalsium menunjukkan bahwa ada pengaruh fortifikasi kalsium terhadap kadar abu susu kecambah kedelai. Jenis dan konsentrasi kalsium berpengaruh terhadap kadar abu. Data Tabel 2 menunjukkan bahwa kadar abu susu kecambah kedelai yang difortifikasi lebih tinggi dibanding kontrol. Kadar abu tertinggi pada perlakuan fortifikasi dengan kalsium laktat pada konsentrasi

1,2%. Sedangkan kadar abu terendah pada fortifikasi kalsium klorida 0,3%. Peningkatan kadar abu pada perlakuan ini memperlihatkan kandungan mineral pada sampel perlakuan lebih tinggi dibanding kontrol. Fortifikasi kalsium meningkatkan kadar mineral susu kecambah kedelai. Perbedaan kandungan abu pada setiap perlakuan jenis kalsium disebabkan karena setiap jenis kalsium memiliki karakteristik yang berbeda, termasuk konsentrasi kalsium pada setiap jenisnya. Garam kalsium karbonat mempunyai kalsium 40 %, sedang yang sudah dikeringkan selama 4 jam mengandung setara 98%. Faktor lainnya adalah sifat kelarutan dari setiap jenis kalsium yang berbeda. Menurut Josaphat *et al.* (2014) perbedaan jenis garam kalsium berpengaruh terhadap kelarutan. Kandungan kalsium pada setiap jenis kalsium berpengaruh pada kelarutan.

### **Kadar lemak**

Tabel 2 menunjukkan bahwa kadar lemak tertinggi (1,35%) ditemukan pada kontrol dan perlakuan fortifikasi kalsium klorida 0,3%. Hasil analisis statistik diperoleh hasil bahwa perlakuan fortifikasi jenis kalsium pada susu kecambah kedelai terenkapsulasi berpengaruh terhadap kadar lemak, namun konsentrasi kalsium tidak menunjukkan pengaruh. Rerata kadar lemak berkisar 1,27 hingga 1,35%. Susu instan kecambah kedelai yang difortifikasi kalsium karbonat mempunyai kadar lemak terendah dibanding jenis lainnya. Setiap jenis kalsium mempunyai kemampuan berbeda dalam berinteraksi dan berikatan dengan komponen lain. Karakteristik ini kemungkinan berpengaruh terhadap lemak. Kadar lemak produk penelitian ini sangat rendah dibanding bahan bakunya yaitu kedelai mengandung 16,61% bk, Selama pegecambahan terjadi penurunan kadar lemak karena lemak digunakan sebagai sumber energi dan sintesis  $\alpha$  tokoferol selama proses perkecambahan. Kadar lemak produk ini hampir sama dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) susu bubuk tanpa lemak (1,5 %) dan lebih tinggi dari SNI kadar lemak susu kedelai sebanyak minimal 1%.

### **Kadar Serat Kasar**

Kandungan serat kasar susu instan kecambah kedelai terfortifikasi kalsium berkisar antara 1,92 %-3,28%. Serat kasar pada produk yang difortifikasi secara umum menunjukkan lebih rendah dari produk kontrol (3,45%). Hasil analisis

statistik menunjukkan bahwa perlakuan fortifikasi berpengaruh terhadap kadar serat kasar (*p-value*  $0,000 < 0,05$ ). Demikian juga jenis kalsium berpengaruh terhadap kadar serat (*p-value*  $0,000 < 0,05$ ), namun konsentrasi kalsium tidak berpengaruh. Rerata kadar serat kasar tertinggi diperoleh pada produk dengan fortifikasi dengan kalsium klorida. Hasil analisis pada semua perlakuan menunjukkan perbedaan dengan kontrol. Khan *et al.* (2017) melaporkan bahwa fortifikasi  $\text{CaCO}_3$  pada roti non fermentasi tidak meningkatkan kadar serat kasar. Demikian pula hasil penelitian Wahab *et al.* (2001) menunjukkan fortifikasi kalsium menurunkan kadar serat kasar produk roti non fermentasi. Hal tersebut disebabkan karena ion kalsium memiliki kemampuan dalam pengikatan serat (*binding*). Kondisi keasaman pH dan ukuran partikel berpengaruh pada kemampuan pengikatan. Lebih banyak  $\text{Ca}^{2+}$  eksogen yang terikat pada tingkat pH lebih tinggi untuk semua serat (Sangnark and Noomhorm 2003).

### **Kadar Protein**

Hasil penelitian ini (Tabel 2) menunjukkan bahwa variasi kadar protein pada setiap perlakuan tidak besar. Tidak ada kecenderungan peningkatan atau penurunan kadar protein dengan bertambahnya konsentrasi kalsium. Demikian pula jenis kalsium tidak menunjukkan variasi kadar protein yang tinggi. Fortifikasi kalsium laktat, karbonat dan klorida pada beberapa konsentrasi menunjukkan tidak berbeda dengan perlakuan kontrol (6,60 %). Fortifikasi kalsium mempunyai kemampuan berinteraksi dengan protein susu kedelai. Interaksi tersebut menyebabkan protein menjadi tidak larut (Pathomrungsinyounggul *et al.* 2010; Josaphat *et al.* 2014; Kaharso *et al.* 2022). Hasil penelitian Li *et al.* (2011) juga melaporkan bahwa kalsium yang difortifikasikan pada susu kedelai dilaporkan mampu berinteraksi dengan protein.

### **Vitamin C dan Vitamin E**

#### ***Kadar vitamin C***

Vitamin C dan vitamin E merupakan salah satu komponen bioaktif kecambah kedelai. Kedua vitamin tersebut memiliki kemampuan aktivitas antioksidan, sehingga sering disebut sebagai vitamin antioksidan. Selama perkecambahan terjadi peningkatan komponen bioaktif, termasuk vitamin C dan vitamin E (Shah *et al.* 2011).

Hasil penelitian (Tabel 3) menunjukkan kadar vitamin C kelompok perlakuan secara umum lebih rendah dibandingkan kelompok kontrol. Pada perlakuan fortifikasi kalsium, kadar vitamin C berkisar 112 ppm – 126 ppm.

Perlakuan fortifikasi dengan kalsium laktat 0,3% memiliki kadar vitamin C tertinggi. Semakin tinggi persentase penambahan kalsium, maka semakin rendah kadar vitamin C yang terdapat dalam susu kedelai. Hal tersebut kemungkinan disebabkan oleh kemampuan pengkelatan garam kalsium terhadap vitamin C. Menurut Tanthowi and Musfiroh (2023) vitamin C memiliki sifat sensitif dan mudah terdegradasi dalam media pada pH tinggi, suhu tinggi, oksigen dan ion logam. Farah *et al.* (2020) melaporkan bahwa ekstrak paprika kuning mengalami kehilangan vitamin C lebih banyak pada pH yang semakin tinggi. Vitamin C hilang sebanyak 21,5% pada pH 7,5 dan sebanyak 8,1% pada pH 8,1 Konsentrasi kalsium yang semakin tinggi menyebabkan pH susu kecambah kedelai semakin meningkat. Hal ini menyebabkan vitamin C semakin rendah.

Kalsium laktat dengan nama kimia  $(\text{CH}_3\text{CHOHCOOH})_2\text{Ca}\cdot 5\text{H}_2\text{O}$  adalah salah satu bentuk garam yang berasal dari asam laktat yang cukup banyak digunakan di dalam industri kimia, diantaranya sebagai *leavening agents*, *gelling agents*, dan *coagulant agents*. Setiap gram kalsium laktat cenderung menyediakan jumlah

kalsium yang lebih kecil dibandingkan bentuk kalsium karbonat dan kalsium klorida.

#### Kadar vitamin E

Pada kelompok perlakuan terutama fortifikasi kalsium laktat, kadar vitamin E lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol yaitu 0,223 ppm. Kadar vitamin E pada kelompok perlakuan berkisar 0,183 ppm hingga 0,223 ppm. Semakin tinggi persentase kalsium, maka semakin rendah kadar vitamin E. Hal ini dipengaruhi oleh kemampuan garam kalsium dalam berinteraksi dengan komponen lain, termasuk dengan vitamin E. Disamping itu fortifikasi kalsium dengan konsentrasi semakin tinggi akan menyebabkan perubahan pH yang semakin meningkat pula. Stabilitas vitamin E pada produk pangan dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah suhu, jenis pengemasan, oksigen, media basa, kadar air, aktivitas air, dan oksidasi lemak (Yang *et al.*, 2022). Penggunaan kalsium dalam bentuk garam dalam fortifikasi susu kecambah kedelai serbuk berpengaruh terhadap pH atau kebiasaan. Semakin tinggi konsentrasi kalsium menyebabkan pH yang semakin meningkat. Kondisi tersebut menyebabkan penurunan vitamin E. Park *et al.* (2016) melaporkan vitamin E menurun pada pH yang semakin tinggi.

Tabel 3 Vitamin C , vitamin E dan aktivitas antioksidan susu instan kecambah

Sampel	Vitamin C (ppm)	Vitamin E (ppm)	AA (%RSA)
Control	127,67 ± 5,51 <sup>h</sup>	0,222 ± 0,01 <sup>f</sup>	24,58 ± 0,67 <sup>e</sup>
<b>Ca Laktat</b>			
0,3%	126,00 ± 2,65 <sup>gh</sup>	0,223 ± 0,00 <sup>f</sup>	24,17 ± 0,97 <sup>e</sup>
0,6%	123,67 ± 2,08 <sup>fgh</sup>	0,208 ± 0,01 <sup>de</sup>	24,38 ± 0,10 <sup>e</sup>
0,9%	121,33 ± 1,53 <sup>defg</sup>	0,200 ± 0,01 <sup>cd</sup>	21,90 ± 0,55 <sup>bc</sup>
1,2%	118,67 ± 1,53 <sup>cde</sup>	0,190 ± 0,01 <sup>abc</sup>	21,61 ± 0,50 <sup>bc</sup>
<b>Ca Karbonat</b>			
0,3%	124,33 ± 2,52 <sup>fgh</sup>	0,214 ± 0,00 <sup>ef</sup>	23,82 ± 0,51 <sup>e</sup>
0,6%	118,33 ± 1,53 <sup>cde</sup>	0,208 ± 0,00 <sup>de</sup>	22,68 ± 0,55 <sup>cd</sup>
0,9%	117,00 ± 2,00 <sup>bcd</sup>	0,195 ± 0,01 <sup>bc</sup>	22,39 ± 0,99 <sup>bc</sup>
1,2%	112,00 ± 1,73 <sup>a</sup>	0,188 ± 0,01 <sup>ab</sup>	20,43 ± 0,71 <sup>a</sup>
<b>Ca Klorida</b>			
0,3%	122,00 ± 2,00 <sup>efg</sup>	0,216 ± 0,00 <sup>ef</sup>	24,21 ± 0,17 <sup>e</sup>
0,6%	120,33 ± 2,08 <sup>def</sup>	0,207 ± 0,01 <sup>de</sup>	23,47 ± 0,49 <sup>cd</sup>
0,9%	114,67 ± 3,06 <sup>bcd</sup>	0,193 ± 0,01 <sup>abc</sup>	22,11 ± 0,29 <sup>bc</sup>
1,2%	113,00 ± 2,65 <sup>ab</sup>	0,183 ± 0,01 <sup>a</sup>	21,40 ± 0,43 <sup>ab</sup>

Keterangan : AA: Aktivitas antioksidan

### Aktivitas Antioksidan

Antioksidan dalam sistem pangan didefinisikan sebagai senyawa-senyawa yang dapat menghambat, menunda atau mencegah terjadinya oksidasi lemak atau senyawa lain yang mudah teroksidasi (Khani *et al.* 2017; Rijai 2019). Menurut Ibroham *et al.* (2022) antioksidan adalah senyawa yang dapat menunda autoksidasi melalui penghambatan pembentukan radikal bebas. Beberapa senyawa bahan pangan memiliki aktivitas sebagai antioksidan, seperti fenolik, flavonoid, isoflavon, vitamin C, vitamin E (Xue *et al.* 2016; Lien *et al.* 2017; Cömert *et al.* 2020). Komponen bioaktif bahan makanan memiliki kemampuan penangkal terhadap radikal bebas, atau aktivitas antioksidan RSA (*radical scavenging activity*).

Komponen potensial pada susu kecambah kedelai yang memiliki aktivitas antioksidan diantaranya adalah vitamin E, vitamin C, isoflavon, flavonoid dan komponen bioaktif lain. Vitamin C dan vitamin E termasuk antioksidan alami, kadang disebut sebagai vitamin antioksidan. Pada daftar bahan tambahan pangan vitamin C dan vitamin E dikelompokkan dalam antioksidan (Butnariu and Caunii 2013; Pandey and Upadhyay 2012). Khadim and Al-Fartusie (2020) menyatakan bahwa vitamin antioksidan (vitamin A, vitamin C dan vitamin E) berperan penting dalam mengurangi pengendalian stres oksidatif. Hasil pengukuran RSA sebagaimana disajikan pada Tabel 3 menunjukkan bahwa ada pengaruh fortifikasi terhadap aktivitas antioksidan (RSA). RSA kontrol lebih tinggi dari sampel yang difortifikasi dengan kalsium. Hal tersebut berarti bahwa sampel kontrol dan beberapa sampel terfortifikasi (kalsium laktat 0,3 dan 0,6%; kalsium karbonat dan klorida 6%) memiliki aktivitas antioksidan lebih kuat dibanding dengan sampel terfortifikasi kalsium lainnya. Secara umum ada kecenderungan semakin tinggi konsentrasi fortifikan, aktivitas antioksidan semakin menurun. Hal tersebut kemungkinan dipengaruhi karena karakteristik dari fortifikan yang mampu mengikat komponen-komponen lain termasuk komponen bioaktif pada susu kecambah kedelai. Disamping itu juga dipengaruhi oleh kadar vitamin C dan vitamin E yang semakin berkurang dengan semakin meningkatnya konsentrasi. Vitamin C dan E telah terkonfirmasi memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi (Fu *et al.* 2022; Abe-Matsumoto *et al.* 2018).

### KESIMPULAN

Fortifikasi kalsium pada susu instan kecambah kedelai berpengaruh terhadap komposisi kimia, vitamin C dan E serta aktivitas antioksidan.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Kemendikbudristek Republik Indonesia yang telah membiayai penelitian dalam skema Penelitian Fundamental Reguler No. 009/061026/PB/SP2H/AK.04/2023 tahun 2023.

### DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, N.R.P., Aminah, S. 2021. Kadar Serat, Aktivitas Antioksidan, Karakteristik Fisik Dan Sensoris Yoghurt Susu Kecambah Kedelai Dengan Penambahan Ekstrak Cincau Hijau. *Jurnal Pangan dan Gizi*. 11(1), 50-60
- Abe-Matsumoto, L.T., Sampaio G.R., Bastos, D.H.M. 2018. Stability of antioxidant vitamins in commercial vitamin supplements. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*. 54 (4), 1-11
- Acosta, N.B. 2020. Milk fortified with calcium: Changes in the physicochemical and rheological characteristics that affect the stability, *LWT*. 134, 110204. doi: 10.1016/j.lwt.2020.110204.
- Aminah S., Sulistyorini, W., Suyanto A, Nurrahmanm, Rosidi, A., Meikawati W., Yonata, D. 2022. Total fenolik dan aktivitas antioksidan formula susu kecambah kedelai dan ekstrak beras hitam terenkapsulasi dengan variasi jenis penyalut. *Agrointek*. 16(4), 483-491.
- Aminah, S., Meikawati, W. 2017. The Enrichment of Calcium with Duck Eggshell and Sensory Characteristic on Product Based on Corn Sprout Flour and Soybean Sprout Flour. *The 3rd Interntional Seminar on Education and Technology- ISET*. 77-83.
- Butnariu, M., Caunii, A. 2013. Design management of functional foods for quality of life improvement. *Ann Agric Environ Med*. 4, 736-741.
- Cömert, E.D., Mogol, B.A., Gökmen, V. 2020. Relationship between color and antioxidant capacity of fruits and vegetables. *Current Research in Food Science*



- Dewi, R., Aminah, S., Suyanto, A. 2019. Karakteristik Fisik, Kimia dan Mutu Sensori Susu Bubuk Kecambah Kedelai Instan Berdasarkan Variasi Penambahan Maltodekstrin, *Jurnal Pangan dan Gizi*. 9(1), 1. doi: 10.26714/jpg.9.1.2019.1-15.
- Farah, H.S., Alhmod J.F., Al-Othman A., Alqaisi, K.M., Atoom, M.A. Shadid K., Shakya., A. Al-Qais, A. 2020. Effect of pH, Temperature and Metal Salts in Different Storage Conditions on the Stability of Vitamin C Content of Yellow Bell Pepper Extracted in Aqueous Media. *Sys Rev Pharm*. 11(9), 661-667.
- Fisher, V., Huffner-Luntzer, M., Amling M., Ignatius, A. 2018. Calcium and Vitamin D in Bone Fracture Healing and Post-Traumatic Bone Turnover, *European Cells and Materials*. 35, 365-385 DOI: 10.22203/eCM.v035a25
- Fu, Y.H., Wang K., Shen, G.B., Zhu, X.Q. 2022. Quantitative comparison of the actual antioxidant activity of Vitamin C, Vitamin E, and NADH. *Journal of Physical Organic Chemistry*. 35 (9).  
<https://doi.org/10.1002/poc.4358>
- Ibroham, M.H., Jamilaturn, S., Kumalasari, I.K. 2022. A Review: Potensi Tumbuh-tumbuhan di Indonesia sebagai Antioksidan Alami. *Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ*. E-ISSN:2745-
- Josaphat, G.E., Kuswardani I., Suprijono, M.M. 2014. Studi penggunaan kalsium karbonat atau trikalsium fosfat dan konsentrasi agar terhadap sifat fisikokimia dan organolektik soygiurt berkalsium tinggi, *Journal of Food Technology and Nutrision*. 13(1), 40–46.
- Kaharso, V.C., Hua, Y. 2022. Stabilization and Sensory Evaluation of Calcium-enriched Soymilk Prepared Using Different Chelating Agents. 2001. *Food Research*. 6 (2), 383-388.
- Khadim, R.M., Fartusie. 2021. Antioxidant Vitamin and Their effect Immunie System. *International Conference if Chemistry*. 1853. doi:10.1088/1742-6596/1853/1/01206
- Khani, M., Motamedi, P., Dekhoda, M.R., Nikukheslat, S.D., Karimi, P. 2017. Effect of Thyme Extract Supplementation on Lipid Peroxidation, Antioxidant Capacity, PGC-1 $\alpha$  Content and Endurance Exercise Performance in Rats. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14, 11
- Khan, M.R., Wahab, S., Qazi. I.H., Ayub, M., Muhammad, A., Uddin, Z., Faiq., M., Tareen, A.K., Fahad, S., Noor, M. 2017. Effect of Calcium Fortification on Whole Wheat Flour Based Leavened and Unleavened Breads by Utilizing Food Industrial Wastes. *Asian Journal of Chemistry*. 29 (2), 423-430.
- Latimer, G.W. 2019. *Official Method of Analysis of AOAC Internatioal*. AOAC Internatioal.
- Li., Z.G., Yue, X.Y., Liu, Y.J., Zhang, Y.X. 2011. Effect of Calcium Salts and Tri-Sodium Citrat on Certain Properties of Calcium-Fortified Soy milk. *African Journal of Biotechnology*. 10 (52), 98-107. DOI: 10.5897/AJB10.2053
- Lien, D.T.P., Tram, PTB., Toan, H.T. 2017. Effect of germination on antioxidant capacity and nutritional quality of soybean seeds (*Glycinemax (L.) Merr.*). *Can Tho University Journal of Science*. 6, 93-101. DOI: 10.22144/ctu.jen.2017.032
- Mir, M.A. 2021. Fortification of Dairy Products and Their Health Benefits. *International Journal of Creative Research Thoughts (IJCRT)*. 9 (2),.646-659.
- Muragar D.A. 2014. Effect of Sprouting of Soybean on the Chemical Composition and Quality of Soymilk and Tofu. *Journal Food Sci.Tecnology*. 51 (5): 915-921. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0576-9>
- Maesaroh, K., Kurnia, D., Anshori, J.A. 2018. Perbandingan Metode Uji Aktivitas Antioksidan DPPH, FRAP dan FIC Terhadap Asam Askorbat, Asam Galat dan Kuersetin. *Chemica et Natura Acta*. 6 (2), 93-100. <https://doi.org/10.24198/cna.v6.n2.19049>
- Mukherjee, S. 2014. Salt stress-induced seedling growth inhibition coincides with differential distribution of serotonin and melatonin in sunflower seedling roots and cotyledons, *Physiologia Plantarum*. 152(4), 714–728. doi: 10.1111/ppl.12218.
- Ojha, P. 2014. Effect of Sprouting in Physico-chemical Properties of Tofu. *Journal of Nutritional Health & Food Engineering*. 1(2), 1–8. doi: 10.15406/jnhfe.2014.01.00011.

- Oyedeggi, A.B., Mellem J.J., Ijabadeniyi, O.A. 2018. Improvement of some quality attributes of soymilk Through Optimization of Selectid Soybean Sprouting Parameters Using Respon Surface Metodology. *CyTA-Journal of Food*. 16 (1). <https://doi.org/10.1080/19476337.2017.1388292>
- Pandey, R., Upadhyay, S. 2012. Food Additive, Y. E. Samragy, Ed., InTech, London, UK.
- Palacios, C., Cormick, G., Hofmeyr, G.J., Garcia-Casal, M.N., Peña-Rosas, J.P., Betrán, A.P. 2020. Calcium-fortified Foods in Public Health Programs: Consideration for Implementation. Review. *Annals of The New York Academy of Sciences*. 1485, 3-21.
- Pathomrungsyounggul, P., Grandison, A.S., Lewis, M.J. 2010. Effect of Calcium Carbonate, Calcium Citrat, Tricalcium Phosphate, Calcium Gluconate and Calcium Lactate on Some Physicochemical Properties of Soymilk. *International Journal of Food Science and Technology*. 45 (11), 2234-2240. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2010.02399.x>
- Park, J.E., Kim, K.E., Choi, Y.J., Par, Y.D., Kwon, H.J. 2016. The stability of water- and fat-soluble vitamin in dentifrices according to pH level and storage type. *Biomed Chromatogr*. 30 (2), 191-196. DOI: 10.1002/bmc.3535
- Rahayu, P.P., Purwadi, Thohari, I. 2013. Modifikasi Kasein Dengan Cacl<sub>2</sub> Dan Ph Yang Berbeda Ditinjau Dari Kelarutan Protein, Kelarutan Kalsium, Bobot Molekul Dan Mikrostruktur. Artikel. Diakses pada tanggal 31 Oktober 2023. <https://fapet.ub.ac.id/wp-content>.
- Rijai, L. 2019. Review Of Chemical Characteristics Of An Antioxidant Compound And Biological Activity Important For Utilization In Pharmaceuticals. *Journal of tropical Pharmacy And Chemistry*. 4 (5), 250-260.
- Sangnark, A., Noomhorm, A. 2003. Effect of particle sizes on in-vitro calcium and magnesium binding capacity of prepared dietary fibers. *Food Research International*. 36, 91-96.
- Shah, S.A., Zeb, A., Masood.T., Noreen, N., Abbas, S.J., Samiullah, M., Alim MA., Muhammad, A. 2011. Effects of sprouting time on bichemical and nutritional qualities of mungbean varieties. *Africa Journal of Agricultural Research*. 6(22), 5091-5098.
- Sharaa, I.E., Mussa, S.B. 2019. Determination of Vitamin C (Ascorbic Acid Contents in Vegetable Samples by UV-Spectrophotometry and Redox Titration Methode ad Estimation the Effect of Time, Cooking and Frozen on Ascorbic Acid Contents. *International Journal of Origresive Sciences and Techologies (IJPSAT)*. 15, 281-293.
- Sihombing, I., Wangko, S., Kalangi, S.J.R. 2012. Peran estrogen pada remodeling tulang. *Jurnal Biomedik*. 4(3): 18-28.
- Standar Nasional Indonesia (2015) 'Susu Bubuk', in Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2970.
- Tang, A.L., Walker, K.L., Wilcox. G., Strauss, B.J., Ashton, J.F., Stojanovska, L. 2010. Calcium absorption in Australia osteopenic post-menopausal women: an acute comparative studi of fortifiend soymilk to cow milk. *Asia Pac Journal Clin.Nutr*; 19 (2):243-9
- Tonthawi, M., Musfiroh, I. 2023. Peningkatan Stabilitas Vitamin C dalam Sediaan Kosmetik. Review. *Majalah Farmasetika*. 8 (3),194-208.
- Wahab, S. 2001. Post Doctoral Thesis, Effect of Calcium fortification on the Overall Quality of Whole Wheat Flour Leavened and Unleavened Bread, College of Biosystem Eng. Food Sci., Zhejiang University, China.
- Winarsi, H., Septiana, A.T., Wulandari S.P. 2020. Germination Improve Sensory, Phenolic, Protein content, and Anti inflammatory Properties of Red Kidney Bean (*Phaseolus vulgaris* L). Sprouts milk. *Food Research*. 4 (6), 1921-1928. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.4\(6\).188](https://doi.org/10.26656/fr.2017.4(6).188)
- Winarsi, H. 2017. Susu kecambah Kedelai: Teknologi Pembuatan, Kandungan Gizi dan Senyawa Bioaktif. Monograf.
- Wojdylo, A., Nowwicka, P., Tkacs, K., Turkiewicz. 2020. Sprouts vs. Microgreens as Novel Functional Foods: Variation of Nutritional and Phytochemical Profiles and Their In vitro Bioactive Properties. *Molecules*. 25 (20), 4648. <https://doi.org/10.3390/molecules25204648>

- Xue, Z., Wang, C., Zhai, L, Yu, W., Cang, H., Kou, X., Zhou, F. 2016. Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of Mung Bean (*Vigna radiata* L.), Soybean (*Glycine max* L.) and Black Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) during the Germination Process. *Czech J. Food Sci.* 34 (1), 68–78. doi: 10.17221/434/2015-CJFS
- Yang, H., Xu, L., Hou, L., Xu, T.C., Ye., S.H. 2022. Stability of vitamin A, E, C and thiamine during storage of different powdered enteral formulas. *Heliyon* 8, 1-10.
- Ye, S. 2019. Comparison of different calcium supplementation methods in patients with osteoporosis. *Experimental and Therapeutic Medicine.* 19(2), 1432–1438. doi: 10.3892/etm.2019.8346.
- Zhao, Y., Martin, B.R., Weaver, C.M. 2005. Calcium Bioavailability of Calcium Carbonate Fortified Soymilk Is Equivalent to Cae Milk in Young Women. *Human Nutrition and Metablism.* 2379-2382
- Zhaoyi T., Pei C., Junjie H., Jinmie, W., Xiaoquan, Y. 2023. Preparation and physicochemical properties of calcium-fortification soymilk powder. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE).* 39 (9), 270-277. doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.202302164