

**SKRIPSI**

**PENGARUH GERMINASI DAN FORTIFIKASI  
NANOKALSIUM CANGKANG TELUR TERHADAP  
KARAKTERISTIK MINUMAN GERMINASI KACANG HIJAU  
(*Vigna radiata.*)**

***THE EFFECT OF EGGSHELLS NANOCALCIUM  
FORTIFICATION ON THE CHARACTERISTICS OF MUNG  
BEAN GERMINATED DRINK (*Vigna radiata.*)***



**Revicha Cahaya Pertiwi  
05031381722073**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN  
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2021**

**SKRIPSI**

**PENGARUH GERMINASI DAN FORTIFIKASI NANO  
KALSIMUM CANGKANG TELUR TERHADAP  
KARAKTERISTIK MINUMAN GERMINASI KACANG HIJAU  
(*Vigna radiata.*)**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknologi Pertanian pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya



**Revicha Cahaya Pertiwi**  
**05031381722073**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN  
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2021**

## SUMMARY

**REVICHA CAHAYA PERTIWI.** *The Effect of Eggshells Nano-Calcium Fortification on the Characteristics of Mung Bean Germinated Drink (*Vigna radiata*.)* (Supervised by **NURA MALAHAYATI**).

This study aims to determine the effect of germination time and fortification of eggshells nanocalcium on the physicochemical characteristics of mung bean germinated drink. This study used a Factorial Completely Randomized Design (RALF) with two treatment factors, the first factor was germination time (factor A) which consisted of three treatment levels (6,12 and 18 hours), the second factor was the type of eggshell (factor B) which consisted of two levels of treatment (chicken egg shell and duck egg shell). Each experiment was repeated three times. The parameters observed in this study were chemical characteristics (protein content, calcium content and vitamin C content) and physical characteristics (pH, viscosity and stability) of mung bean germination drink.

The results showed that the germination time treatment significantly affected the levels of protein, calcium, vitamin C, pH value, viscosity and stability of the mung bean germination drink produced. Germination increases the vitamin C content in mung beans with an average value of 79.77-111.44 mg/100 g. A1B2 (6 hours of germination with fortified duck nanocalcium powder) showed the best result with a pH value of 6.77, a viscosity of 27.13 mPa.s and a stability of 87.00% which was close to the value of mung bean extract water in commercial product. Eggshell nanocalcium fortification showed a significant effect on increasing the calcium content of mung bean germinated drink. The best value on calcium content of mung bean germinated drink was found in A1B2 (6 hours of germination with fortification of duck nanocalcium powder), which was 24.82%.

Keywords: germination, mungbean, nanocalcium

## RINGKASAN

**REVICHA CAHAYA PERTIWI.** Pengaruh Germinasi dan Fortifikasi Nanokalsium Cangkang Telur terhadap Karakteristik Minuman Germinasi Kacang Hijau (*Vigna radiata*.) (Dibimbing oleh **NURA MALAHAYATI**).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama germinasi dan fortifikasi nanokalsium cangkang telur terhadap karakteristik fisikokimia minuman germinasi kacang hijau yang dihasilkan. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF) dengan dua faktor perlakuan, faktor pertama adalah waktu germinasi (faktor A) yang terdiri dari tiga taraf perlakuan (6,12 dan 18 jam), faktor ke dua adalah jenis cangkang telur (faktor B) yang terdiri dari dua taraf perlakuan (cangkang telur ayam dan cangkang telur bebek). Setiap percobaan diulang sebanyak tiga kali. Parameter yang diamati dalam penelitian ini yaitu karakteristik kimia (kadar protein, kadar kalsium dan kadar vitamin C) dan karakteristik fisik (pH, viskositas dan stabilitas) minuman germinasi kacang hijau.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan waktu germinasi berpengaruh nyata terhadap kadar protein, kalsium, vitamin C, nilai pH, viskositas dan stabilitas minuman germinasi kacang hijau yang dihasilkan. Germinasi dapat meningkatkan kandungan vitamin C pada kacang hijau dengan nilai rata-rata 79,77-111,44 mg/100g. Perlakuan terbaik pada minuman germinasi dengan fortifikasi nanokalsium terdapat pada sampel A1B2 (6 jam germinasi dengan fortifikasi serbuk nanokalsium bebek), dengan nilai pH 6,77, viskositas 27,13 mPa.s dan stabilitas 87,00% yang mendekati nilai minuman sari kacang hijau komersial. Fortifikasi nanokalsium cangkang telur berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kandungan kalsium minuman germinasi kacang hijau. Nilai terbaik pada kadar kalsium minuman germinasi kacang hijau terdapat pada sampel A1B2 (6 jam germinasi dengan fortifikasi serbuk nanokalsium bebek), sebesar 24,82%.

Kata kunci : germinasi, kacang hijau, nanokalsium

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENGARUH GERMINASI DAN FORTIFIKASI NANO  
KALSIMUM CANGKANG TELUR TERHADAP  
KARAKTERISITIK MINUMAN GERMINASI KACANG  
HIJAU (*Vigna radiata*.)**

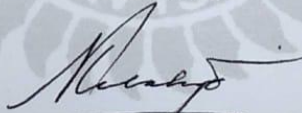
SKRIPSI

Sebagai Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknologi Pertanian  
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

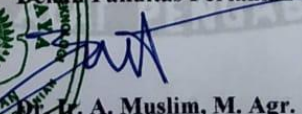
Oleh :

**Revicha Cahaya Pertiwi**  
05031381722073

Pembimbing

  
**Ir. Nura Malahayati, M.Sc., Ph.D.**  
NIP. 196201081987032008

Mengetahui,  
**Dekan Fakultas Pertanian**

  
**Dr. Ir. A. Muslim, M. Agr.**  
NIP. 196412291990011

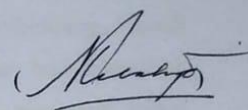
Tanggal seminar: 02 September 2021

Skripsi dengan Pengaruh Germinasi dan Fortifikasi Nanokalsium Cangkang Telur terhadap Karakteristik Minuman Germinasi Kacang Hijau (*Vigna radiata*.) oleh Revicha Cahaya Pertiwi telah dipertahankan dihadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 13 September 2021 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukkan tim penguji.

Komisi Penguji


1. Ir. Nura Malahayati, M.Sc., Ph.D.  
NIP. 196201081987032008

Ketua



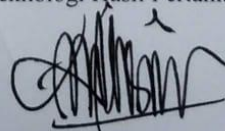
2. Dr. Eka Lidiasari, S.TP., M.Si.  
NIP. 197509022005012002

Anggota



Palembang, September 2021

Koordinator Program Studi  
Teknologi Hasil Pertanian



Dr. Ir. Hj. Tri Wardani Widowati, M. P.  
NIP. 196305101987012001



Dr. Ir. Edward Saleh, M.S.  
NIP. 196208011988031002

## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama :Revicha Cahaya Pertiwi

NIM :05031381722073

Judul :Pengaruh Germinasi dan Fortifikasi Nanokalsium Cangkang Telur terhadap Karakteristik Minuman Germinasi Kacang Hijau (*Vigna radiata*.)

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak manapun.



Palembang, September 2021



Revicha Cahaya Pertiwi

## **RIWAYAT HIDUP**

**REVICHA CAHAYA PERTIWI.** Lahir di Kota Lampung, Lampung Tengah pada tanggal 19 Juni 1999. Penulis adalah anak ke dua dari tiga bersaudara dari bapak Achmad Nuraidy dan ibu Fatimah.

Riwayat pendidikan formal yang pernah ditempuh penulis yaitu pendidikan Sekolah Dasar Swasta 01 Gula Putih Mataram Kota Lampung lulus pada tahun 2011. Pendidikan menengah pertama di Sekolah Menengah Pertama Swasta Sugar Group Companies Kota Lampung lulus pada tahun 2014. Kemudian melanjutkan pendidikan sekolah menengah atas di Sekolah Menengah Atas Sugar Group Companies Kota Lampung lulus pada tahun 2017.

Pada bulan Agustus 2017, penulis tercatat sebagai mahasiswa pada Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Universitas Sriwijaya melalui jalur Ujian Saringan Masuk Mandiri (USM). Saat ini, penulis masih terdaftar sebagai mahasiswa Universitas Sriwijaya.

Penulis tercatat sebagai Badan Pengurus Harian pada Pusat Penjamin Mutu Organisasi BEM KM FP Palembang pada tahun 2019, anggota Himpunan Mahasiswa Teknologi Pangan (HIMATETA), anggota Himpunan Mahasiswa Peduli Pangan (HMPPI) pada tahun 2019. Penulis merupakan mahasiswi pertukaran pelajar di Universitas Ibaraki, Jepang pada tahun 2019-2020. Penulis juga tercatat sebagai penerima Beasiswa Bank Indonesia dan sebagai anggota GENBI (Generasi Baru Indonesia) pada tahun 2020, serta aktif menjadi asisten mata kuliah Analisa Hasil Pertanian (AHP) di Laboratorium Kimia Hasil Pertanian tahun ajaran 2020-2021. Penulis melaksanakan Praktek Lapangan di UMKM Tempe H.B. Palembang pada tahun 2020 dan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Khusus dengan tema Desa Tangguh Bencana Universitas Sriwijaya, angkatan 93 tahun 2020 di Kelurahan Siring Agung, Palembang.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Pengaruh Germinasi dan Fortifikasi Nanokalsium Cangkang Telur terhadap Karakteristik Minuman Germinasi Kacang Hijau (*Vigna radiata.*)”. Penyusunan skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana Teknologi Pertanian di Universitas Sriwijaya.

1. Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
2. Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
2. Ketua program studi Teknologi Hasil Pertanian dan Program Studi Teknik Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Dr. Ir. Hj. Tri Wardani Widowati, M.P. selaku pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan, saran, bantuan, nasihat kepada penulis.
4. Ibu Ir. Nura Malahayati, M.Sc., Ph.D. selaku pembimbing skripsi yang telah memberikan bimbingan, saran, bantuan, nasihat dan motivasi kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Ibu Dr. Eka Lidiasari, S.TP., M.Si. selaku penguji atas masukan, arahan dan bimbingannya.
6. Seluruh staf dosen Jurusan Teknologi Pertanian yang telah mendidik dan mengajarkan ilmu pengetahuan di bidang Teknologi Pertanian.
7. Staf administrasi Jurusan Teknologi Pertanian yaitu Mbak Desi dan Kak John atas bantuan dan kemudahan yang diberikan kepada penulis.
8. Staf laboratorium Jurusan Teknologi Pertanian yaitu Mbak Elsa dan Mbak Hafsah atas semua arahan dan bantuan selama berada di laboratorium.
9. Kedua orang tua, Bapak Achmad Nuraidy dan Ibu Fatimah yang senantiasa memberikan semangat, doa, kepercayaan dan motivasi tak terhingga kepada penulis.
10. Citra Recha Sari S.P., M. ScR. selaku kakak perempuan penulis yang telah memberikan saran, banyak motivasi dan dukungan.

11. Achmad Anamta Mursanto selaku “support system” selama menjalani perkuliahan dan penelitian.
12. Nurul Qomariah S.T. selaku teman kost yang sudah memberikan bantuan saat penelitian, arahan dan saran kepada penulis.
13. Dwi Okta Lestari dan Herlianah, S.TP. selaku teman satu bimbingan akademik yang telah memberikan bantuan dan saran kepada penulis.
14. Teman lainnya, Rahmat Setiawan, S.TP., Ayu Fitriani, S.TP., Ersya Kurnia Fahsari, Ismi Trifiamola, Ihyan Nurrahman, M. Azrul Hafiz, serta Refianti Intan Lestari yang telah membantu saat dibutuhkan dan memberikan semangat.
15. Teman kelas lainnya angkatan 2017 kelas Palembang.

Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca. Penulis menyadari terdapat banyak ketidaksempurnaan dalam penyusunan skripsi ini, kritik dan saran dari para pembaca sangat penulis harapkan. Terima kasih.

Palembang, September 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

Halaman

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan .....	3
1.3. Hipotesis.....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
2.1. Kacang Hijau ( <i>Vigna radiata</i> ).....	4
2.1.1 Kacang Hijau VIMA-1.....	4
2.2. Germinasi .....	5
2.3. Minuman Germinasi Kacang Hijau .....	7
2.4. Cangkang Telur.....	8
2.5. Nanokalsium .. ..	9
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	11
3.1. Waktu dan Tempat.....	11
3.2. Alat dan Bahan.....	11
3.3. Metode Penelitian .....	11
3.4. Analisis Statistik .....	12
3.5. Cara Kerja .....	14
3.6. Parameter .....	17
3.6.1. Kadar Protein. ....	17
3.6.2. Kadar Kalsium. ....	17
3.6.3. Kadar Vitamin C .....	18
3.6.4. pH.....	18
3.6.5. Viskositas .....	19
3.6.6. Stabilitas.....	19
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	20

4.1. Kadar Protein .....	20
4.2. Kadar Kalsium.....	22
4.3. Kadar Vitamin C.....	25
4.4. pH.....	27
4.5. Viskositas.....	29
4.6. Stabilitas.....	31
4.7. Perlakuan Terbaik.....	34
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>35</b>
5.1. Kesimpulan.....	35
5.2. Saran .....	35
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>36</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>42</b>

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Biji Kacang Hijau VIMA-1 .....	5
Gambar 2.2. <i>Physical and metabolic events during germination and post-germinative growth</i> .....	5
Gambar 2.3. Proses Germinasi.....	6
Gambar 2.4. Cangkang Telur Ayam Ras.....	8
Gambar 2.5. Cangkang Telur Bebek.....	8
Gambar 4.1. Nilai Kadar Protein Rata-rata Minuman Germinasi Kacang Hijau dengan Fortifikasi Nanokalsium.....	20
Gambar 4.2. Nilai Kadar Kalsium Rata-rata Minuman Germinasi Kacang Hijau dengan Fortifikasi Nanokalsium.....	24
Gambar 4.3. Nilai Kadar Vitamin C Rata-rata Minuman Germinasi Kacang Hijau dengan Fortifikasi Nanokalsium.....	26
Gambar 4.4. Nilai pH Rata-rata Minuman Germinasi Kacang Hijau dengan Fortifikasi Nanokalsium.....	28
Gambar 4.5. Nilai Viskositas Rata-rata Minuman Germinasi Kacang Hijau dengan Fortifikasi Nanokalsium.....	30
Gambar 4.6. Nilai Stabilitas Rata-rata Minuman Germinasi Kacang Hijau dengan Fortifikasi Nanokalsium.....	32

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Syarat Mutu Minuman Sari Kacang Kedelai.....	7
Tabel 3.1. Faktor perlakuan dalam pembuatan minuman germinasi kacang hijau..	12
Tabel 3.2. Daftar Analisis Keragaman Rancangan Acak Lengkap Faktorial.....	13
Tabel 4.1. Nilai Uji BNJ 5% Pengaruh Lama Germinasi terhadap Nilai Kadar Protein Minuman Germinasi Kacang Hijau.....	21
Tabel 4.2. Nilai Uji BNJ 5% Pengaruh Lama Germinasi terhadap Nilai Kadar Vitamin C Minuman Germinasi Kacang Hijau.....	27
Tabel 4.3. Nilai Uji BNJ 5% Pengaruh Lama Germinasi terhadap Nilai pH Minuman Germinasi Kacang Hijau.....	29
Tabel 4.4. Nilai Uji BNJ 5% Pengaruh Lama Germinasi terhadap Nilai Viskositas Minuman Germinasi Kacang Hijau.....	31
Tabel 4.5. Nilai Uji BNJ 5% Pengaruh Lama Germinasi terhadap Nilai Stabilitas Minuman Germinasi Kacang Hijau.....	33
Tabel 4.6. Perlakuan Terbaik.....	34

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Diagram Alir Pembuatan Bubuk Mikro Cangkang Telur.....	43
Lampiran 2. Diagram Alir Pembuatan Serbuk Nanokalsium Cangkang Telur .....	44
Lampiran 3. Diagram Alir Pembuatan Germinasi Kacang Hijau.....	45
Lampiran 4. Diagram Alir Pembuatan Minuman Germinasi Kacang Hijau.....	46
Lampiran 5. Foto-Foto Penelitian.....	47
Lampiran 6. Hasil Analisis Kadar Protein Minuman Germinasi Kacang Hijau dengan Fortifikasi Nanokalsium.....	52
Lampiran 7. Hasil Analisis Kadar Kalsium Minuman Germinasi Kacang Hijau dengan Fortifikasi Nanokalsium.....	55
Lampiran 8. Hasil Analisis Vitamin C Minuman Germinasi Kacang Hijau dengan Fortifikasi Nanokalsium.....	56
Lampiran 9. Hasil Analisis pH Minuman Germinasi Kacang Hijau dengan Fortifikasi Nanokalsium.....	58
Lampiran 10. Hasil Analisis Viskositas Minuman Germinasi Kacang Hijau dengan Fortifikasi Nanokalsium.....	61
Lampiran 11. Hasil Analisis Stabilitas Minuman Germinasi Kacang Hijau dengan Fortifikasi Nanokalsium.....	63

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Di Indonesia, kacang hijau (*Vigna radiata*) dapat tumbuh hampir di seluruh wilayah. Kacang hijau termasuk urutan sumber protein ketiga setelah kacang kedelai dan kacang tanah dengan kandungannya sekitar 20-25% (Purwono dan Hartono, 2005; Hastuti *et al.*, 2018). Dalam per 100 g berat kering, kacang hijau umumnya mengandung protein sebesar 22,20 g, lemak 1,20 g, karbohidrat 62,30 g, serat 4,63 g, vitamin C 6,00 mg dan kalsium 125 mg (DKBM, 2017). Salah satu varietas unggulan kacang hijau yang dikenal ialah VIMA-1 (*Vigna sinensis*–Malang). VIMA-1 memiliki potensi pasar yang cukup menjanjikan karena kandungan proteinnya yang cukup tinggi, lemak rendah, dan pati tinggi. Adapun kandungan kacang hijau varietas VIMA-1 yang terdiri atas protein 28,02%, lemak 0,40% dan kadar pati 67,62 % basis kering (Badan Litbang, 2019). Rendahnya kandungan lemak didalamnya membuat kacang hijau baik dikonsumsi bagi kesehatan.

Tak kalah dari bentuk bijinya, kacang hijau yang mengalami germinasi memiliki peningkatan nutrisi, fungsional dan sifat biologis dengan mengubah kandungan, komposisi nutrisi dan senyawa bioaktif, serta menghilangkan faktor antinutrisi didalamnya (Liu *et al.*, 2020). Germinasi merupakan suatu kondisi dimana benih yang tidak aktif mulai bertunas dan tumbuh menjadi bibit dalam kondisi pertumbuhan yang tepat. Pertumbuhan tunas pada biji yang tergerminasi berkisar mulai dari 2 mm hingga mencapai 5 mm (Munarko *et al.*, 2019).

Germinasi pada biji kacang hijau dapat meningkatkan nilai gizi didalamnya dengan mengaktifkan enzim yang dapat mengurangi atau menghilangkan faktor anti-gizi (Ebert *et al.*, 2017). Zat anti gizi umum terdapat dalam kacang hijau yakni asam fitat. Germinasi mampu menurunkan kandungan asam fitat pada kacang hijau dari 12,0 mg/g menjadi 4,03 mg/g (Faradilla *et al.*, 2012). Tidak hanya itu, kandungan vitamin C mengalami peningkatan seiring lama germinasi. Rata-rata vitamin C pada biji kacang yang mengalami germinasi ialah 2,7 kali lipat lebih tinggi dibandingkan tanpa germinasi. Germinasi pada kacang hijau menghasilkan



perbandingan vitamin C 1,7 kali lipat lebih tinggi dibandingkan dengan vitamin C yang terdapat pada germinasi kedelai (Ebert *et al.*, 2017). Proses germinasi juga dapat meningkatkan bioavailabilitas dari protein dan mineral, seperti kalsium. Hal tersebut terjadi karena proses germinasi dapat melepaskan bentuk terikat zat pada biji kacang hijau menjadi bentuk yang lebih bebas, sehingga lebih mudah dicerna dan diserap oleh saluran pencernaan manusia (Ghavidel dan Prakash, 2007; Masood *et al.*, 2014).

Kacang hijau germinasi memiliki prospek untuk dikembangkan menjadi minuman bergizi dan alternatif bagi mereka yang alergi terhadap susu sapi, dikenal dengan *lactose intolerant*. *Lactose intolerant* ialah suatu sindrome klinis yang terjadi akibat ketidakmampuan seseorang dalam mencerna laktosa karena kurangnya atau tidak dihasilkannya enzim laktase dalam saluran pencernaannya (Saputra, 2019).

Cangkang telur ayam dan bebek termasuk limbah rumah tangga yang masih belum dimanfaatkan secara maksimal karena minimnya pengetahuan masyarakat mengenai kandungan yang ada didalamnya. Cangkang telur terdiri atas 95,1% garam, 3,3% bahan organik, dan 1,6% air. Komponen utama dari garam anorganik pada cangkang telur didominasi oleh kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) sebesar 98,5% (Nurjayanti *et al.*, 2012). Bioavailabilitas yang dimiliki cangkang telur adalah  $\pm 40\%$  (Szeleszczuk *et al.*, 2015) dengan kandungan kadar kalsium didalam cangkang telur ayam dan bebek masing-masing, yaitu 25,73% dan 23,67% (Aminah dan Meikawati, 2016).

Kalsium merupakan mineral penting dalam pemeliharaan tulang. Kalsium yang terdapat dalam cangkang telur dapat difortifikasi pada minuman germinasi kacang hijau sebagai upaya dalam meningkatkan konsumsi kalsium dari sumber lain yang mudah didapatkan. Kalsium umumnya tersedia dalam ukuran mikro yang diduga dalam metabolismenya hanya terserap 50% dari total kalsium yang dikonsumsi. Penerapan nanokalsium pada bubuk cangkang telur dapat membantu kalsium untuk lebih mudah larut dan terserap dengan optimal. Menurut Widyastuti dan Kusuma (2017), nanokalsium merupakan suatu pembuatan partikel dengan ukuran kurang dari 100 nm dengan mengubah sifat atau fungsi dari suatu material.

Terdapat dua metode yang digunakan dalam pembuatan nanopartikel, yaitu top down dan bottom up. Metode top down (*physic method*), ialah suatu proses pembuatan partikel berukuran nano yang dilakukan secara langsung atau mekanik, sedangkan bottom up (*chemical method*) merupakan metode pembuatan nanopartikel yang dilakukan dengan menyusun atom-atom atau molekul-molekul hingga membentuk partikel berukuran nanometer dari larutan. Pada metode bottom up, pembentukan partikel nano memiliki keteraturan yang tinggi sehingga mampu menghasilkan ukuran pola yang lebih seragam. Metode presipitasi merupakan bagian dari metode bottom up. Metode ini dilakukan dengan mengendalikan kelarutan bahan di dalam larutan dengan mengontrol suhu, pH dan pelarut. Metode presipitasi sangat efektif dalam pembuatan nanopartikel karena proses yang sederhana dan biaya yang murah (Suptijah *et al.*, 2012).

Berdasarkan informasi di atas, peneliti ingin mengetahui mengenai pengaruh fortifikasi nanokalsium terhadap minuman germinasi kacang hijau (*Vigna radiata.*) yang dihasilkan.

## **1.2. Tujuan**

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh lama germinasi dan fortifikasi nanokalsium cangkang telur terhadap karakteristik fisikokimia minuman germinasi kacang hijau yang dihasilkan.

## **1.3. Hipotesis**

Diduga lama germinasi dan fortifikasi nanokalsium cangkang telur berpengaruh nyata terhadap karakteristik fisikokimia minuman germinasi kacang hijau yang dihasilkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aminah, S. dan Meikawati, W., 2016. Calcium Content and Flour Yield of Poultry Eggshell With Acetic Acid Extraction. *The 4th Universty Research Coloquium*, 1(1), Pp. 49-53.
- Andrestian, M. D. dan Hatimah, H. 2015. Daya Simpan Susu Kacang Hijau (*Phaseolus Radiatus L.*) dengan Persentase Penambahan Sari Jahe Merah (*Zingiber Officinale Var. Rubrum*). *Indonesian Journal Of Human Nutrition*, 2(1), P. 38 – 47.
- Arisyi, M. N., Estiasih, T. dan Maligan, J. M., 2016. Fortifikasi Senyawa Bioaktif Pada Mi Instan: Kajian Pustaka. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 4(2), pp. 11-16.
- Association Of Official Annalytical Chemistry (AOAC). 2005. *Official Methods Of Analysis, 19th Edition*. Washington Dc. Usa.
- Azis, M. Y. et al., 2018. Eksplorasi Kadar Kalsium (Ca) dalam Limbah Cangkang Kulit Telur Bebek dan Burung Puyuh Menggunakan Metode Titrasi Dan AAS. *Al-Kimiya*, 5(2), Pp. 74-77.
- Azizah, H., Sujana, E. dan Mushawwir, A., 2015. Pengaruh Perbedaan Temperature Humidity Index (Thi) terhadap Kualitas Eksterior dan Tebal Kerabang Telur Ayam Ras. *Jurnal Peternakan*, 1(1), Pp. 1-10.
- Badan Penelitian dan Pengembangan (BaLitbang). 2019. *Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi*. (Online). <http://www.litbang.pertanian.go.id/varietas/546/>. Diakses pada 18 Maret 2021.
- Badan Standarisasi Nasional. 1995. *Susu Kedelai*. Sni 01-3830-1995. Badan Standarisai Nasional. Jakarta: BSN.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. 2019. Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 22 Tahun 2019 tentang Informasi Nilai Gizi Pada Label Pangan Olahan. Jakarta: BPOM.
- Bewley, J.D. 1997. Seed Germination and Dormancy. *Plant Cell*. Vol. 9. Jul.: 1055– 1066. doi:10. 1093/jxb/erw028.
- Cho, D.H., dan Lim S.T. 2016. Germinated brown rice and its bio-functional compounds. *Food Chemistry*. Vol. 196:259–271.
- Daftar Komposisi Bahan Makanan (DKBM). 2017. *Tabel Komposisi Pangan Indonesia*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.

- Ebert, A. W., Chang, C. H., Yan, M. R. dan Yang, R. Y., 2017. Nutritional composition of mungbean and soybean sprouts compared to their adult growth stage. *Food Chemistry*, 1(1), pp. 15-22.
- Elobuike, C. S., Idowu, M. A., Adeola, A. A. dan Bakare, H. A., 2021. Nutritional and functional attributes of mungbean (*Vigna radiata [L] Wilczek*) flour as affected by sprouting time. *Legume Science*, 1(1), pp. 1-11.
- Elygio, Y. D., 2019. *Karakteristik Curd Berbahan Dasar Ekstrak Kacang Hijau (Vigna Radiata) dengan Whey Tahu Kedelai (Glycine Max) Sebagai Bahan Penggumpal*. Skripsi. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Faradilla Fitri, R. H. dan Ekafitri, R., 2012. Potensi Pemanfaatan Kacang Hijau dan Tauge dalam Olahan Pangan. *Jurnal Pangan*, 21(2), pp. 197-208.
- Farikha, I. N., Anam, C. dan Widowati, E., 2013. Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Bahan Penstabil Alami terhadap Karakteristik Fisikokimia Sari Buah Naga Merah (*Hylocereus Polyrhizus*) Selama Penyimpanan. *Jurnal Teknosains Pangan*, 2(1), pp. 30-38.
- Fatoni, M. A., S. dan Purnamayati, L., 2021. Penambahan Nanokalsium Tulang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) terhadap Karakteristik Fisikokimia Kerupuk Udang. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 14(1), pp. 1-10.
- Felania, C., 2017. Pengaruh Ketersediaan Air terhadap Pertumbuhan Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus*). *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Biologi*, 1(1), pp. 131-138.
- Ferdiawan, N., N. dan Dwiloka, B., 2019. Pengaruh Lama Waktu Germinasi terhadap Sifat Fisik dan Sifat Kimia Tepung Kacang Tolo (*Vigna unguiculata L*). *Jurnal Teknologi Pangan*, 3(2), p. 349–354.
- First, L., Septiningrum, L. R. D., Pangestuti, K., Jufrinaldi, Hidayat, R., dan Khosilawati, D. 2019. Sintesis dan Karakterisasi Nano Kalsium dari Limbah Tulang Ayam Broiler dengan Metode Presipitasi. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*, 3(2), 69–73
- Ghavidel, R. A. dan Davoodi, M. . G., 2011. Evaluation of Changes in Phytase,  $\alpha$ -Amylase and Protease Activities of Some Legume Seeds during Germination. *International Conference on Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics*, 5(1), pp. 353-356.
- Ghavidel, R.A. dan Prakash, J., 2011. Assessment of changes in phytase, amylase and protease activities of some legume seeds during germination. *Agro Food Industry Hi-Tech (Italy)* 22 (3), 45–47.
- Ghavidel, R.A. dan J. Prakash. 2007. The Impact of Germination and Dehulling On Nutrients, Antinutrients, *In Vitro* Iron and Calcium Bioavailability and In Vitro Starch and Protein Digestibility of Some Legume Seeds. *LWT - Food Sci Technol*. 40: 1292-1299.

- Gomez, K.A. dan A.A. Gomez, 1995. *Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian*. Diterjemahkan Oleh: E. Sjamsuddin Dan J.S. Baharsjah. Ui-Press, Jakarta.
- Hajar, E. W. I., Sitorus, R. S., Mulianingtia, N. dan Welan, F. J., 2016. Efektivitas Adsorpsi Logam  $Pb^{2+}$  dan  $Cd^{2+}$  Menggunakan Media Adsorben Cangkang Telur Ayam. *Artikel Konversi*, 5(3), pp. 1-8.
- Hanafiah, K., A. 2002. *Rancangan Percobaan: Teori Dan Aplikasi Edisi Ketiga*. Jakarta : Rajawali Pers.
- Handayani, L. dan Syahputra, F., 2017. Isolasi dan Karakterisasi Nanokalsium dari Cangkang Tiram (*Crassostrea gigas*). *JPHP*, 20(3), pp. 515-523.
- Hanura, A. B., Trilaksani, W. dan Suptijah, P., 2017. Karakterisasi Nanohidroksiapatit Tulang Tuna Thunnus Sp. Sebagai Sediaan Biomaterial. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 9(2), Pp. 619-629.
- Harjanto, S. 2017. Perbandingan Pembacaan Absorbansi Menggunakan Spectronic 20 D+ dan Spectrophotometer Uv-Vis T 60u dalam Penentuan Kadar Protein dengan Larutan Standar Bsa. *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 20 (3), 114 – 116.
- Hastuti, D. P., S. dan Hartati, S., 2018. Pertumbuhan dan Hasil Kacang Hijau (*Vigna radiata*, L.) pada Beberapa Dosis Pupuk Organik dan Kerapatan Tanam. *Journal of Sustainable Agriculture*, 33(2), pp. 89-95.
- Khoerunnisa., 2011. Isolasi dan Karakterisasi Nano Kalsium dari Cangkang Kijing Lokal (*Pilsbryconcha exilis*) dengan Metode Presipitasi. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor.
- Kumaji, S. S., 2019. Pengaruh Lama Penyimpanan Telur Ayam Ras pada Suhu Refrigerator terhadap Jumlah Bakteri. *Jurnal Ilmu Pendidikan Nonformal*, 5(2), Pp. 119-128.
- Lestari, M. S., 2018. *Pemanfaatan Kecambah Kacang Hijau (Vigna radiata) Sebagai Bahan Dasar Yoghurt dengan Penambahan Sari Buah Naga Merah (Hylocereus polyrhizus)*. Skripsi. Universitas Sanata Dharma.
- Liu, Y. *et al.*, 2020. Effect of germination duration on structural and physicochemical properties of mung bean starch. *International Journal of Biological Macromolecules*, 1(1), p. 706–713.
- Masood, T., Shah, H. U. dan Zeb, A., 2014. Effect of Sprouting Time on Proximate Composition and Ascorbic Acid Level of Mung Bean (*Vigna Radiate L.*) and Chickpea (*Cicer Arietinum L.*) Seeds. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 23(4), pp. 850-859.

- Munarko, H., Sitanggang, A. B., Kusnandar, F. dan Budijanto, S., 2019. Kecambah Beras Pecah Kulit : Proses Produksi dan Karakteristiknya. *Artikel*, 1(1), pp. 1-14.
- Nur, A. M., Dwiloka, B. dan Hintono, A., 2019. Pengaruh Lama Waktu Germinasi terhadap Mutu Fisik dan Mutu Kimia Tepung Kacang Koro Benguk (*Mucuna pruriens*). *Jurnal Teknologi Pangan*, 3(2), p. 332–339.
- Nurjanati, M., Winarsi, H. dan Dwiyantri, H., 2018. Efek Lama Perkecambahan terhadap Sifat Sensori dan Kadar Protein Terlarut Susu Kecambah Kacang Merah (Sukarah) Untuk Remaja Obesitas. *J. Gipas*, 2(2), pp. 27-42.
- Nurjayanti, Zulfita D, Raharjo D. 2012. Pemanfaatan Tepung Cangkang Telur Sebagai Substitusi Kapur Dan Kompos Keladi Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Cabai Merah Pada Tanah Aluvial. *Jurnal Sains Mahasiswa Pertanian*. 1(3):16–21.
- Oghbaei, M. dan Prakash, J., 2020. Effect of dehulling and cooking on nutritional quality of chickpea (*Cicer arietinum L.*) germinated in mineral fortified soak water. *Journal of Food Composition and Analysis*, 1(1), pp. 1-9.
- Pertiwi, S. F., Aminah, S. dan N., 2013. Aktivitas Antioksidan, Karakteristik Kimia, dan Sifat Organoleptik Susu Kecambah Kedelai Hitam (*Glycine Soja*) Berdasarkan Variasi Waktu Perkecambahan. *Jurnal Pangan Dan Gizi*, 4(8), Pp. 1-8.
- Purwanto, M. G. M., 2014. Perbandingan Analisa Kadar Protein Terlarut dengan Berbagai Metode Spektroskopi UV-Visible. *Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi*, 7(2), pp. 64-71.
- Purwono, dan Hartono, R. 2005. *Kacang Hijau*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Qolis, N., Handayani, C. B., Asmoro, N. W. dan A. 2020. Fortifikasi Kalsium pada Kerupuk dengan Substitusi Tepung Cangkang Telur Ayam Ras. *Jurnal Teknologi Pangan*. 14 (1), Pp. 30-39.
- Rachim, F. R., Wisaniyasa, N. W. dan Wiadnyani, A. S., 2020. Studi Daya Cerna Zat Gizi Dan Aktivitas Antioksidan Tepung Kecambah Kacang Hijau (*Phaseolus radiates L.*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 9(1), pp. 1-9.
- Rahmawati, W.A. dan Nisa, F.C., 2015. Fortifikasi Kalsium Cangkang Telur pada Pembuatan Cookies (Kajian Konsentrasi Tepung Cangkang Telur dan Baking Powder). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3 (3), 1050-1061.
- Safitri, A. I., Muslihah, N. dan Winarsih, S., 2014. Kajian Penambahan Tepung Cangkang Telur Ayam Ras Terhadap Kadar Kalsium, Viskositas, dan Mutu Organoleptik Susu Kedelai. *Majalah Kesehatan Fkub*, 1(3), Pp. 149-160.
- Saputra, G. A., 2019. Intoleransi Laktosa: Variasi Pemeriksaan Penunjang dan Tatalaksana. *Jurnal Ilmu Kedokteran Dan Kesehatan*, 6(2), Pp. 121-125.

- Septiana, N., R. dan Nova, K., 2015. Pengaruh Lama Simpan dan Warna Kerabang Telur Itik Tegal terhadap Indeks Albumen, Indeks Yolk, dan pH Telur. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 3(1), Pp. 81-86.
- Syed, A., S. 2011. Effect of Sprouting time on biochemical and nutritional qualities of Mungbean varieties. *Journal of Agricultural Research*, 5092.
- Srihidayati, G., 2017. Studi Perbandingan Viskositas Saos Sambal Aneka Merk Produk. *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 4(2), pp. 1-6.
- Sudarmadji, S., B. Haryono, dan Suhardi. 2007. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan Dan Pertanian*. Bandung. Penerbit Angkasa.
- Sunardi, S., Krismawati, E. D. dan Mahayana, A., 2020. Sintesis dan Karakterisasi Nanokalsium Oksida dari Cangkang Telur. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 16(2), pp. 250-259.
- Suptijah, P., Jacoeb, A. M. dan Deviyanti, N., 2012. Karakterisasi Dan Bioavailabilitas Nanokalsium Cangkang Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Akuatika*, 3(1), pp. 63-73.
- Szeleszczuk, Łukasz., Pisklak, D. M., Kuras, M. dan Wawer, N. 2015. In Vitro Dissolution of Calcium Carbonate from the Chicken Eggshell: A Study of Calcium Bioavailability. *International Journal of Food Properties*. 18:12, 2791- 2799.
- Triyono, A., Rahman, N. dan Andriana, Y., 2010. Pengaruh Proporsi Penambahan Air Pengekstraksi dan Jumlah Bahan Penstabil terhadap Karakteristik Susu Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus . L.*). *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia*, 1(1), Pp. 1-6.
- Valentina, V., Palupi, N. S. dan Andarwulan, N., 2014. Asupan Kalsium Dan Vitamin D Pada Anak Indonesia Usia 2 – 12 Tahun. *J. Teknol. dan Industri Pangan*, 25(1), pp. 83-89.
- Wankowicz, B., 2021. *Germinating beans plants black soil*. (Online). <https://www.dreamstime.com/royalty-free-stock-image-germinating-plant-image9062036>. Diakses pada tanggal 24 Januari 2021.
- Wasilewski GB, Vervloet MG dan Schurgers LJ. 2019. The Bone-Vasculature Axis: Calcium Supplementation and The Role Of Vitamin K. *Front Cardiovasc Med*. 6:1-16
- Wea, A. S. Y., Widodo, R. dan Pratomo, Y. A., 2014. Evaluasi Kualitas Produk Susu Kecambah Kacang Hijau, Kajian dari Umur Kecambah dan Konsentrasi Na-Cmc. *Jurnal Teknik Industri Heuristic*, 11(1), Pp. 61-79.

- Wibowo, R. A., Fibra, N., dan Ribut, S. 2014. Pengaruh penambahan sari buah tertentu terhadap karakteristik fisik, kimia, dan sensori sari tomat. *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian*, 19 (1) : 11-27.
- Widjaja, W. P., Sumartini dan Salim, K. N., 2019. Karakteristik minuman jeli ikan lele (*Clarias sp.*) yang dipengaruhi oleh pemanis dan karagenan. *Pasundan Food Technology Journal*. 6(1), 73-82.
- Widajati E, Murniart E, Palupi Re, Kartika T, Suhartanto Mr, dan Qadir A. 2013. *Dasar Ilmu Dan Teknologi Benih*. Ipb Press. Bogor.
- Widjajaseputra, A. I., Widyastuti. T., E. W. dan Trisnawati, C. Y., 2019. Potency of Mung Bean with Different Soaking Times as Protein Source for Breastfeeding Women In Indonesia. *Food Research*, 3(5), pp. 501 - 505.
- Widowati, E., Parnanto, N. H. R. dan M., 2020. Pengaruh Enzim Poligalakturonase dan Gelatin dalam Klarifikasi Sari Buah Naga Super Merah (*Hylocereus Costaricensis*). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 13(1), pp. 56-69.
- Widyastuti, S. dan Kusuma P, I. A., 2017. Synthesis and Characterization of CaCO<sub>3</sub> (Calcite) Nano Particles from Cockle Shells (*Anadara granosa Linn*) by Precipitation Method. *Article of Environmental Engineering*, 1(1), pp. 1-6.
- Yuwariah, A. Y., Ismail, I. dan Hafhitry, N., 2015. Pertumbuhan dan hasil kacang hijau kultivar Kenari dan No. 129 dalam tumpangsari bersisipan di antara padi gogo. *Jurnal Kultivasi*, 14(1), pp. 49-58.
- Yonata, D., Aminah, S. dan Hersoelistyorini, W., 2017. Kadar Kalsium dan Karakteristik Fisik Tepung Cangkang Telur Unggas dengan Perendaman Berbagai Pelarut. *Jurnal Pangan dan Gizi*, 7(2), pp. 82-93.
- Yuwono, S.S. dan Susanto, T. 1998. *Pengujian Fisik Pangan*. Malang : Universitas Brawijaya.