

LAPORAN PENELITIAN



PEMANFAATAN CANGKANG TELUR PADA PEMBUATAN SUSU TEMPE TINGGI KALSIUM

TIM PENGUSUL:

INDAH KUSUMANINGRUM, STP, MSI (NIDN : 03 221074 02)

NUR SETIAWATI RAHAYU SPd. MKM (NIDN : 03 110390 01)

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. HAMKA

DESEMBER 2018

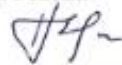
HALAMAN PENGESAHAN
PENELITIAN DASAR KEAHLIAN

I	Judul Penelitian	Pemanfaatan Cangkang Telur Pada Pembuatan Susu Tempe Tinggi Kalsium
	Ketua Peneliti	
	a. Nama Lengkap	: Indah Kusumaningrum, STP, MSi
	b. NPD/NIDN	: D.13.0825 / 0322107402
	c. Jabatan Fungsional	: Asisten Ahli
	d. Fakultas/Progran studi	: Ilmu-Ilmu Kesehatan / Gizi
	e. HP/Telpon	: 087780643500
	f. Alamat Surat(Email)	: iin_93@yahoo.com
	Anggota Peneliti I	
	a. Nama Lengkap	: Nur Setiawati Rahayu, SPd, MKM
	b. NPD/NIDN	: 0311039001
	c. Jabatan Fungsional	: -
	d. Fakultas/Progran studi	: Ilmu-Ilmu Kesehatan/Gizi
	e. HP/Telpon	: 085695921895
	f. Alamat Surat(Email)	: tiaviziati@ymail.com
	Lama Penelitian	: 8 Bulan
	Luaran Penelitian	: 1. Jurnal Nasional be-ISSN
	Biaya Penelitian yang Diusulkan	: Rp 11.000.000,- (Sebelas Juta Rupiah)

Mengetahui,
Ketua Program Studi Gizi


Leni Sri Rahayu, MPH
NIDN. 03 090975 02

Jakarta, 11 Februari 2019
Ketua Peneliti


Indah Kusumaningrum, STP, MSi
NIDN. 03 22107402

Menyetujui,


Dekan FIKES UHAMKA

Ony Linda, SKM, M.Kes
NIDN. 03 301074 03


Ka. Lemlitbang UHAMKA

Prof. Dr. Suswandari, MPd
NIDN. 0030116301



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

Jln. Tanah Merdeka, Pasar Rebo, Jakarta Timur
 Telp. 021-8416624, 87781809; Fax. 87781809

**SURAT PERJANJIAN KONTRAK KERJA PENELITIAN
 LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN
 UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF DR HAMKA**

Nomor : **373** / F.03.07/ 2018
 Tanggal : 11 Agustus 2018

Bismillahirrahmanirrahim

Pada hari ini, Sabtu, tanggal sebelas, bulan Agustus, tahun dua ribu delapan belas, yang bertanda tangan di bawah ini **Prof. Dr. Hj. Suswandari, M.Pd**, Ketua Lembaga Penelitian dan Pengembangan Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA, selanjutnya disebut sebagai **PIHAK PERTAMA**; **INDAH KUSUMANINGRUM MSi**, selanjutnya disebut sebagai **PIHAK KEDUA**.

PIHAK PERTAMA dan PIHAK KEDUA sepakat untuk mengadakan Perjanjian Kontrak Kerja Penelitian yang didanai oleh RAPB Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA 2017 - 2018.

Pasal 1

PIHAK KEDUA akan melaksanakan kegiatan penelitian dengan judul : **PEMANFAATAN CANGKANG TELUR PADA PEMBUATAN SUSU TEMPE TINGGI KALSIUM** dengan luaran wajib sesuai data usulan penelitian Bacth 1 Tahun 2018 melalui simakip.uhamka.ac.id dan luaran tambahan (bila ada).

Pasal 2

Bukti luaran hasil penelitian sebagaimana yang dijanjikan dalam Pasal 1 wajib dilampirkan dalam laporan penelitian yang diunggah melalui simakip.uhamka.ac.id.

Pasal 3

Kegiatan tersebut dalam Pasal 1 akan dilaksanakan oleh PIHAK KEDUA mulai tanggal 11 Agustus 2018 dan selesai pada tanggal 11 Februari 2019.

Pasal 4

PIHAK PERTAMA menyediakan dana sebesar Rp.11.000.000,- (Terbilang : *Sebelas Juta*) kepada PIHAK KEDUA untuk melaksanakan kegiatan tersebut dalam Pasal 1. Sumber biaya yang dimaksud berasal dari Penelitian Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA melalui Lembaga Penelitian dan Pengembangan.

Pasal 5

Pembayaran dana tersebut dalam Pasal 4 akan dilakukan dalam 2 (dua) termin sebagai berikut:

(1) Termin I 70 % : sebesar Rp.7.700.000,- (Terbilang : *Tujuh Juta Tujuh Ratus Ribu Rupiah*) setelah PIHAK KEDUA menyerahkan proposal yang telah direview dan diperbaiki sesuai saran reviewer pada kegiatan tersebut pada Pasal 1.

(2) Termin II 30 %: sebesar Rp.3.300.000,- (Terbilang : *Tiga Juta Tiga Ratus Ribu Rupiah*) setelah PIHAK KEDUA menyerahkan laporan akhir berikut luaran yang telah dijanjikan dalam kegiatan penelitian tersebut dalam Pasal 1.

Pasal 6

- (1) PIHAK KEDUA wajib melaksanakan kegiatan tersebut dalam Pasal 1 dalam waktu yang ditentukan dalam Pasal 3.
- (2) PIHAK PERTAMA akan melakukan monitoring dan evaluasi pelaksanaan kegiatan tersebut sebagaimana yang disebutkan dalam Pasal 1.
- (3) PIHAK PERTAMA akan mendenda PIHAK KEDUA setiap hari keterlambatan penyerahan laporan hasil kegiatan sebesar 0,5% (setengah persen) maksimal 20% (dua puluh persen) dari jumlah dana tersebut dalam Pasal 4.
- (4) Dana Penelitian dikenakan Pajak Pertambahan Nilai (PPN) pada poin honor peneliti sebesar 5 % (lima persen).

Jakarta, 11 Agustus 2018

PIHAK PERTAMA
Lembaga Penelitian dan Pengembangan
Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA
Ketua,



Prof. Dr. Hj. Suswandari, M.Pd

PIHAK KEDUA
Peneliti,



INDAH KUSUMANINGRUM MSI

Mengetahui
Wakil Rektor II UHAMKA



Dr. H. Muchdie, MS.

ABSTRAK

Tempe merupakan makanan yang kaya akan serat pangan, kalsium, vitamin B, dan zat besi. Tempe selain sebagai alternatif untuk mencukupi kebutuhan protein, juga memiliki nilai obat seperti antibiotika untuk menyembuhkan infeksi, antioksidan untuk menangkap radikal bebas. Pemanfaatannya dalam pembuatan minuman kesehatan masih terbatas. Susu tempe merupakan minuman yang kandungan proteinnya tinggi. Pemanfaatan tempe sebagai sumber minuman fungsional belum dilakukan secara optimal.

Cangkang telurnya merupakan bagian dari telur yang belum dimanfaatkan secara optimal. Cangkang telur berpotensi sebagai sumber kalsium untuk pangan. Bagian terbesar dari cangkang telur adalah CaCO_3 (94%). Kalsium dari cangkang telur berfungsi meningkatkan densitas mineral dalam tulang untuk penderita osteoporosis sementara bioavailabilitas kalsium dari cangkang telur ini cukup tinggi, yaitu sebesar 93.80 %.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan pemanfaatan bahan baku tepung cangkang telur pada pembuatan produk pangan alternatif tinggi kalsium (susu tempe) dan untuk mempercepat proses penyerapannya dalam tubuh maka Kalsium pada tepung cangkang telur ukurannya dibuat menjadi bentuk nano.

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental dengan rancangan penelitian berupa rancangan acak lengkap (RAL) satu faktor dengan tiga perlakuan yaitu P0 (kontrol), P1 (5%), P2 (10%), dan P3 (15%). Analisis sensori (warna, aroma, tekstur dan rasa) susu tempe yang di fortifikasi tepung cangkang telur menggunakan uji one way ANOVA yang dilanjutkan dengan Duncan. Analisa proksimat tepung cangkang telur menggunakan metode AOAC dan analisa kalsium dilakukan dengan menggunakan metode AAS.

Hasil penelitian diperoleh rendemen dari proses kalsinasi sekitar 54.55%. Kandungan kimia tepung cangkang telur yang diperoleh pada penelitian ini adalah kadar air tepung cangkang telur sebanyak 0.865 %, kadar abu 93.91%, kadar lemak 0.225 %, kadar protein 7.05%, kadar karbohidrat 1.09 % serta kadar kalsium 63.300 mg/100 gr. Susu tempe yang di teliti dalam percobaan ini adalah susu tempe yang difortifikasikan tepung cangkang telur sebanyak 5 %, 10% dan 15 %. Susu Tempe yang di fortifikasi dengan tepung cangkang telur yang paling disukai panelis adalah susu tempe dengan formulasi 2 (dengan penambahan tepung cangkang telur 10%) dengan skor sensori 3.54. Susu tempe terbaik memiliki kandungan protein 43 %, lemak 21 %, karbohidrat 51 %, energi 292 kkal dan kalsium 8626 mg/gram (perhitungan berdasarkan TKPI).

Kata kunci : Susu tempe, cangkang telur, Mutu organoleptic, kalsium

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
SURAT KONTRAK PENELITIAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Tujuan dan manfaat Penelitian	2
1.3 Urgensi Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 State of the art	4
2.2 Cangkang Telur	4
2.3 Kedelai	5
2.4 Tempe	6
2.5 Susu Tempe	8
2.6 Kalsium	10
2.7 Bahan Pembuat Susu Tempe	12
2.8 Uji Hedonik.....	13
2.9 Roadmap penelitian	15
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	16
3.1 Alur / Langkah Penelitian	16
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian	16
3.3 Tahapan Penelitian	17
3.4. Rancangan Percobaan	20
3.5 Pengolahan dan analisis Sampel	21
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	22
4.1 Proses Pembuatan nano partikel	22
4.1.1 Proses pembuatan tepung cangkang telur	23
4.1.2 Pembuatan calcium oksida dari cangkang telur.....	23
4.1.3 Pembuatan nanopartikel kalsium laktat dari cangkang telur	24
4.1.4 Analisa sifat kimia tepung cangkang telur	25
4.2 Mempelajari proses pembuatan susu tempe dan uji sensori	

susu tempe yang di formulasikan tepung cangkang telur.....	26
4.2.1 Proses pembuatan Susu Tempe	26
4.2.2 Uji sensori susu tempe tinggi kalsium meliputi uji hedonic dan uji mutu hedonic	26
4.2.3 Uji organoleptik susu tempe yang di fortifikasi dengan cangkang telur	27
4.2.4 Penentuan Formula Terbaik Susu Tempe yang di fortifikasi Cangkang telur	32
4.2.5 Kandungan Gizi Susu Tempe Terbaik	34
 BAB 5. KESIMPULAN.....	36
BAB 6 LUARAN YANG DICAPAI	37
DAFTAR PUSTAKA.....	38
LAMPIRAN (bukti luaran yang didapatkan)	40
- Artikel ilmiah (draft, status submission atau reprint)	40
- HKI, publikasi dan produk penelitian lainnya	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.2.1	Berat absolut dan relatif dari mineral penyusun cangkang telur	5
Tabel 2.3.1	komposisi kimia biji kedelai kering per 100 gram.....	6
Tabel 2.4.1	Syarat Mutu Tempe Menurut SNI 01-3144-2009.....	8
Tabel 2.4.2	Nilai Gizi dalam 100 gram Berat Basah Tempe Kedelai Murni	8
Tabel 2.5.1	Syarat mutu susu kedelai berdasarkan SNI 01-3830-1995	10
Tabel 2.6.1	Angka Kecukupan Kalsium yang Dianjurkan Menurut Kelompok Umur...	11
Tabel 2.6.2	Klaim Kandungan Zat Gizi.....	12
Tabel 2.7.1	Nilai Gizi dalam 100 gram Gula Pasir	12
Tabel 4.1	Hasil Analisis Kimia Tepung Cangkang telur	24
Tabel 4.2	Kadar Ca^{2+} pada temperatur dan waktu kalsinasi berubah-ubah	25
Tabel 4.3	Hasil Analisis kalsium pada setiap tahapan proses	25
Tabel 4.4	Rata-rata Mutu dan Kesukaan terhadap Warna	28
Tabel 4.5	Rata-rata Mutu dan Kesukaan terhadap Aroma	29
Tabel 4.6	Rata-rata Mutu dan Kesukaan terhadap Viskositas	30
Tabel 4.7	Rata-rata Mutu dan Kesukaan terhadap Rasa	31
Tabel 4.8	Nilai rata-rata mutu dan kesukaan setiap formulasi	33
Tabel 4.9	Hasil Analisis Kimia Susu Tempe Terbaik	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1.	Skema Kalsinasi Cangkang Telur	18
Gambar 3.2.	Skema nanopartikel kalsium laktat cangkang telur	18
Gambar 3.3.	Skema Pembuatan susu tempe tinggi kalsium.....	19
Gambar 4.1	Tahapan pembuatan Tepung Cangkang Telur	22
Gambar 4.2	Hasil Pencitraan SEM dari CaO pada pembesaran 500x	23
Gambar 4.3.	Tahapan ekstraksi Calsium Laktat.....	24
Gambar 4.4	Proses pembuatan susu tempe yang difortifikasi tepung cangkang telur.....	26
Gambar 4.5	Uji Hedonik dan utu hedonik susu tempe yang difortifikasi tepung cangkang telur.....	26
Gambar 4.6.	Formula Susu Tempe F0, F1, F2, dan F3.....	27

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Konsumsi telur ayam masyarakat Indonesia meningkat setiap tahunnya. Sementara cangkang telurnya terbuang sebagai limbah. Cangkang telur ayam merupakan bagian dari telur yang terbuang dan belum banyak gunakan sebagai sumber bahan pangan oleh masyarakat.

Menurut Wenny Ayu Rahmawati dan Fithri Choirun Nisa (2015), Cangkang telur memiliki komposisi utama CaCO_3 yang bisa menyebabkan polusi karena aktivitas mikroba di lingkungan. Cangkang telur terdiri dari 4 lapisan berbeda yang dapat digambarkan sebagai struktur terorganisasi dengan baik, yaitu (dari dalam ke luar) lapisan membran, lapisan *mamillary*, lapisan busa, dan lapisan kurtikula [Virginia Tech. 2008]. Cangkang telur ayam yang membungkus telur memiliki berat 9-12% dari berat telur total dan mengandung 94% kalsium karbonat, 1% kalium fosfat, dan 1% magnesium karbonat [Hadi, Wisnu. S. 2005]. Kalsium dari cangkang telur merupakan suplemen yang sempurna untuk bahan pangan. Kalsium dari cangkang telur berfungsi meningkatkan densitas mineral dalam tulang untuk penderita osteoporosis [Daengprok, W, et.al. 2003]. Bioavailabilitas kalsium dari cangkang telur ini cukup tinggi, yaitu sebesar 93.80% [Bao S.F, et.al. 1997]. Untuk mempermudah proses penyerapan kalsium secara maksimum dengan membentuk nanokalsium (Suptijah et.al, 2011). Kalsium umumnya tersedia dalam ukuran mikro, yang diduga dalam metabolisme hanya terserap 50% dari total kalsium yang dikonsumsi (Guyton, 1987).

Dua metode yang digunakan untuk pembuatan nanopartikel, yaitu *top down* dan *bottom up*. Metode *top down* yaitu pembuatan partikel berukuran nano secara langsung atau mekanik, sedangkan *bottom up* adalah menyusun atom-atom atau molekul-molekul hingga membentuk partikel berukuran nanometer dari larutan (Ghrair et al. 2009). Islam et al. (2013) menyatakan bahwa pendekatan *top down* merupakan metode pembuatan nanopartikel kalsium karbonat (aragonit) yang sederhana, ramah lingkungan dan berpotensi besar untuk dikembangkan dalam skala industri. Menurut penelitian (Mohamed

2012; Navarro 2009; Zuhra 2015; Mosaddegh 2014) Kalsium karbonat dapat dikonversi menjadi kalsium oksida melalui metode *thermal decomposition* atau biasa disebut kalsinasi. Tempe merupakan makanan yang kaya akan serat pangan, kalsium, vitamin B, dan zat besi (Cahyadi, 2007). Tempe selain sebagai alternatif untuk mencukupi kebutuhan protein, juga memiliki nilai obat seperti antibiotika untuk menyembuhkan infeksi, antioksidan untuk menangkap radikal bebas. Sementara ini tempe dikonsumsi dalam bentuk segar dan olahannya seperti keripik tempe. Sementara Cangkang telur dan tempe juga mempunyai kandungan kalsium yang tinggi. Sehingga bahan-bahan ini dapat berpotensi dikembangkan menjadi bahan baku pada pembuatan produk pangan alternative tinggi kalsium.

1.2 Rumusan Masalah

Limbah cangkang telur yang berlimpah sementara penggunaan dalam pangan belum cukup luas, kandungan kalsium dalam cangkang telur tinggi dan dapat di gunakan secara optimal dalam pangan sehingga bermanfaat bagi kesehatan. Untuk itu perlu dilakukan kajian tentang cara ekstraksi kalsium dalam tepung cangkang dalam bentuk nanokalsium sehingga dapat diaplikasikan pada Formulasi susu tempe yang tinggi kalsium sebagai minuman alternative bagi kesehatan.

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian Ini bertujuan Untuk Mempelajari Pemanfaatan calcium dalam Cangkang telur Pada pembuatan Susu Tempe Tinggi Kalsium sebagai salah satu alternative Minuman kesehatan.

1.3.1 Tujuan Khusus

1. Proses Pembuatan nanokalsium tepung cangkang telur.
2. Mempelajari proses pembuatan susu tempe dan tepung Cangkang telur. Dan menganalisa kandungan proksimat (kadar air, kadar abu, karbohidrat, protein, lemak dan kadar kalsium)

3. Mempelajari formulasi pembuatan Susu Tempe yang di fortifikasi dengan tepung cangkang telur untuk mendapatkan formula susu tempe terbaik.
4. Menganalisis sifat organoleptic Susu Tempe yang di fortifikasi dengan tepung cangkang telur dari berbagai formulasi.
5. Menganalisis sifat kimia (kadar air, kadar abu, karbohidrat, protein, lemak dan kadar kalsium) dari Susu tempe komposit terpilih.

1.3.2 Urgensi Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian yang penting untuk mendukung adanya transfer teknologi pengolahan cangkang telur yang dapat diaplikasi tingkat Masyarakat. Penelitian ini memberikan manfaat ::

1. Masyarakat

Penelitian ini memberikan data dan informasi tentang cara pembuatan tepung cangkang telur sebagai sumber kalsium yang memiliki manfaat fungsional jika di fortifikasikan ke dalam produk pangan sehingga dapat menjadi salah satu minuman tinggi kalsium.

2. Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka

Penelitian ini akan menambah perbendaharaan referensi untuk dosen peneliti Uhamka lainnya, yang juga akan mendalami penelitian bidang Pangan dan gizi. Hasil penelitian ini menjadi bahan pendukung dalam materi pengajaran di Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka. Disamping itu, hasil penelitian ini menjadi salah satu dasar pertimbangan pemilihan kegiatan pengabdian masyarakat sebagai kegiatan *follow up* dari penelitian ini.

BAB 2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 State of the art (nilai kebaruannya) wajib

Tempe merupakan produk local yang tinggi protein dan rendah kalsium. Semanfaatan tempe dalam bidang pangan masih sangat terbatas. Susu tempe merupakan salah satu produk olahan tempe yang belum dikembangkan secara optimal.

Produksi cangkang telur terus mengalami peningkatan setiap tahunnya dan selama ini masih merupakan limbah karena penanganannya yang belum optimal. Pemanfaatannya cangkang telur dalam bidang pangan masih sangat terbatas. Kandungan kalsium yang terdapat pada cangkang telur yang tinggi sehingga sangat berpotensi untuk diaplikasikan dalam bidang pangan. Penelitian ini ingin dikembangkan pemanfaatan cangkang telur pada pembuatan susu tempe tinggi kalsium.

2.2 Cangkang Telur

Cangkang telur adalah bagian terluar dari telur yang berfungsi memberi perlindungan bagi komponen-komponen isi telur dari kerusakan, baik secara fisik, kimia maupun mikrobiologis. Sisa penetasan yang dimaksud disini adalah segala limbah yang dihasilkan dari industri penetasan seperti telur yang tidak menetas (steril), cangkang telur dari anak ayam yang sudah menetas maupun cangkang telur yang di dalamnya masih mengandung embrio yang sudah mati.

Komposisi cangkang telur secara umum terdiri atas : air (1,6%) dan bahan kering (98,4%). Dari total bahan kering yang ada, dalam cangkang telur terkandung unsur mineral (95,1%) dan protein (3,3%). Berdasarkan komposisi mineral yang ada, maka cangkang telur tersusun atas kristal CaCO_3 (98,43%) ; MgCO_3 (0,84%) dan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (0,75%) (Yuwanta, 2010). Beberapa jenis mineral penting yang menyusun cangkang telur seperti pada Tabel 1.

Tabel 2.2.1. Berat absolut dan relatif dari mineral penyusun cangkang telur

Mineral	% dari berat total	g/berat total
Kalsium (Ca)	37,30	2,30
Magnesium (Mg)	0,38	0,02
Fosfor (P)	0,35	0,02
Karbonat (CO ₃)	58,00	3,50
Mangan (Mn)	7	ppm

Sumber : Yuwanta (2010)

Potensi limbah hasil penetasan dapat dianggap sangat menjanjikan. Jika berat cangkang telur kira-kira 4-5% dari berat telur, maka dari setiap 1000 telur (± 60.000 g) dapat diperoleh kira-kira 2.400-3.000 g cangkang telur. Apabila ditambah dengan telur yang tidak menetas (steril), maka tentunya potensi ekonomi limbah ini akan sangat menjanjikan.

Selama ini potensi limbah cangkang telur di Indonesia cukup besar, namun potensi tersebut hingga saat ini belum sepenuhnya dimanfaatkan secara optimal khususnya sebagai pakan unggas. Pemanfaatan cangkang telur masih lebih dominan sebagai bahan baku untuk membuat kerajinan hias. Masih kurangnya upaya masyarakat untuk memanfaatkan limbah ini, disebabkan karena sejauh ini limbah tersebut sangat mudah terkontaminasi oleh mikroorganisme. Selain itu tingkat pencernaan mineral kalsium yang terkandung di dalamnya tergolong masih sangat rendah. Disamping itu pula, cangkang telur tersebut masih sangat sulit didegradasi oleh mikroorganisme sehingga memungkinkan dapat menjadi bahan pencemar bagi lingkungan.

2.3 Kedelai

Kedelai merupakan tanaman semusim, berupa semak rendah, tumbuh tegak, berdaun lembut, dengan beragam morfologi. Tinggi tanaman berkisar 10-200 cm, dapat bercabang sedikit atau banyak tergantung kultivar dan lingkungan hidup. Morfologi tanaman kedelai didukung oleh komponen

utamanya yaitu akar, daun, batang, bunga, polong dan biji sehingga pertumbuhannya bisa optimal (Adisarwanto, 2008).

Kedelai merupakan bahan pangan yang sangat populer di dalam kalangan masyarakat, hampir setiap hari banyak orang yang mengonsumsi makanan olahan dari kedelai misalnya: tempe, tauge atau kecambah, dan lain-lain. Kandungan protein yang tinggi pada kedelai dan juga kandungan gizi lainnya yang lengkap. Apabila ditinjau dari segi harga kedelai merupakan sumber protein yang termurah sehingga sebagian besar kebutuhan protein nabati dapat dipenuhi dari hasil olahan kedelai. Biji kedelai tidak dapat dimakan langsung karena mengandung *trypsin inhibitor*. Apabila biji kedelai sudah direbus pengaruh tripsin inhibitor dapat dinetralkan. Kedelai dapat digunakan untuk berbagai macam keperluan, antara lain untuk makanan manusia, makanan ternak, dan untuk bahan industri (Cahyadi, 2007).

Kacang kedelai, sebagai golongan kacang-kacangan, mengandung senyawa antigizi, antara lain oligosakarida dan asam fitat. Kacang kedelai juga mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan dengan kacang-kacangan lainnya, yaitu kandungan antitripsin yang sangat rendah, paling mudah dicerna, dan paling kecil memberi pengaruh flatulensi (Anggrahini, 2009).

Tabel 2.3.1 komposisi kimia biji kedelai kering per 100 gram

Komponen	Kedelai
Energi (Kkal)	381
Protein (gr)	40,4
Lemak (gr)	16,7
Karbohidrat (gr)	24,9
Kalsium (mg)	222

*Sumber : Tabel Komposisi Pangan Indonesia (2009)

2.4 Tempe

Tempe merupakan produk olahan yang umumnya berbahan dasar kedelai. Tempe dibuat dengan cara fermentasi atau peragian dengan menggunakan bantuan kapang golongan *Rhizopus*. Beberapa jenis kapang

yang digunakan untuk proses fermentasi diantaranya *Rhizopus oligosporus*, *Rhizopus oryzae*, *Rhizopus stolonifer*, dan beberapa jenis kapang *Rhizopus* lainnya (PUSIDO, 2012). Fermentasi kedelai dalam proses pembuatan bahan pangan sumber protein ini menyebabkan perubahan kimia maupun fisik pada biji kedelai, menjadikan tempe lebih mudah dicerna oleh tubuh. Tempe merupakan makanan yang kaya akan serat pangan, kalsium, vitamin B, dan zat besi (Cahyadi, 2007). Tempe selain sebagai alternatif untuk mencukupi kebutuhan protein, juga memiliki nilai obat seperti antibiotika untuk menyembuhkan infeksi, antioksidan untuk menangkap radikal bebas.

Menurut Haryoko (2009) dalam (Dewi & Aziz, 2011), secara umum tempe berwarna putih, dikarenakan pertumbuhan miselia kapang yang merekatkan biji-biji kedelai sehingga terbentuk tekstur yang memadat. Tempe memiliki aroma yang khas dikarenakan adanya degradasi dari komponen-komponen dari kedelai itu sendiri (Sartika, 2009).

Proses fermentasi tempe dapat dibedakan atas tiga fase (Hidayat, 2009) yaitu :

- a. Fase pertumbuhan cepat (0-30 jam fermentasi) terjadi kenaikan jumlah asam lemak bebas, kenaikan suhu, pertumbuhan jamur cepat, terlihat dengan terbentuknya miselia pada permukaan biji makin lama makin lebat, sehingga menunjukkan masa yang lebih kompak.
- b. Fase transisi (30-50 jam fermentasi) merupakan fase optimal fermentasi tempe dan siap untuk dipasarkan. Pada fase ini terjadi penurunan suhu, jumlah asam lemak yang dibebaskan dan pertumbuhan jamur hampir tetap atau bertambah sedikit, flavor spesifik tempe optimal, dan tekstur lebih kompak.
- c. Fase pembersukan atau fermentasi lanjut (50-90 jam fermentasi) terjadi kenaikan jumlah bakteri dan jumlah asam lemak bebas, pertumbuhan jamur menurun dan pada kadar air tertentu pertumbuhan jamur terhenti, terjadi perubahan flavor karena degradasi protein lanjut sehingga terbentuk amonia.

Syarat mutu tempe yang digunakan merupakan syarat mutu yang berlaku secara umum di Indonesia berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI-01-3144-2009), seperti yang tercantum pada tabel berikut.

Tabel 2.4.1 Syarat Mutu Tempe Menurut SNI 01-3144-2009

Parameter	Syarat mutu
Bau, warna, rasa	Normal (khas tempe)
Kadar air, b/b	Maks. 65%
Kadar abu, b/b	Maks. 1,5%
Kadar protein (N x 6,25), b/b	Min. 16%
Kadar lemak, b/b	Min. 10%
Serat kasar, b/b	Maks. 2,5%
Cemaran mikroba	
Escherichia coli	Maks. 10%
Salmonella	Maks. Negative (per 25 gr)
Cemaran logam	
Cadmium	Maks. 0,3 mg/kg
Timbal (Pb)	Maks. 2 mg/kg
Timah (Sn)	Maks. 40 mg/kg
Merkuri (Hg)	Maks. 0,03 mg/kg
Cemaran arsen	Maks. 0,25% mg/kg

*Sumber : Badan Standar Nasional (2009)

Tabel 2.4.2 Nilai Gizi dalam 100 gram Berat Basah Tempe Kedelai Murni

Komponen	Tempe
Energi (Kkal)	201
Protein (gr)	18,4 - 20,7
Lemak (gr)	4 - 8,8
Karbohidrat (gr)	9,8 – 12,8
Kalsium (mg)	155

*Sumber : The American Soybean Association (1999), Tabel Komposisi Pangan Indonesia (2009)

2.5 Susu

Susu merupakan bahan pangan bernutrisi tinggi yang tersusun oleh zat-zat makanan dengan proporsi gizi yang seimbang (Siti. Y, 2016). Berdasarkan bentuknya, susu terbagi menjadi dua jenis, yaitu susu dari produk hewani dan susu

dari produk nabati. Susu dari produk hewani merupakan cairan berwarna putih yang disekresi oleh kelenjar mammae (ambing) pada binatang mamalia betina untuk bahan makanan dan sumber gizi bagi anaknya (Winarno dalam Utami, 2009). Susu dari produk hewani sering kita jumpai sehari-hari seperti susu sapi, susu kambing, susu domba, dll. Sedangkan susu nabati memiliki eksistensi yang lebih redup dibandingkan susu hewani. Susu nabati yang biasa dijumpai ialah susu kedelai.

Baik susu hewani maupun susu nabati memiliki keunggulan dan kelemahan masing-masing. Susu hewani kaya akan zat gizi berupa protein, lemak, vitamin larut lemak (vitamin A, D, dan E), vitamin larut air (vitamin B12), juga mineral seperti kalsium dan fosfor (Ratu N., 2009). Selain itu, susu hewani mengandung kasein dan whey protein yang baik untuk otot. Sehingga apabila ingin meningkatkan massa otot, sangat disarankan mengonsumsi susu hewani. Akan tetapi, cukup disayangkan susu hewani dapat menimbulkan dampak yang buruk bagi penderita *lactose intolerance* atau intoleransi laktosa.

Berbeda dengan susu yang bersumber dari produk nabati, laktosa tidak terkandung didalamnya. Maka dari itu, pada penderita *lactose intolerance* lebih aman mengonsumsi susu yang bersumber dari produk nabati. Jenis-jenis susu nabati tidak terlalu dikenal oleh kebanyakan masyarakat luas. Hanya setidaknya susu kedelai dan susu almond yang sering dipasarkan dan dikenalkan kepada masyarakat. Berikut dilampurkan SNI susu kedelai.

Tidak hanya susu kedelai, banyak dari jenis bahan pangan nabati yang dapat dijadikan susu. Salah satunya ialah susu tempe. Susu tempe merupakan produk hasil ekstraksi tempe dengan air sehingga diperoleh larutan dengan komponen padatan terlarut. Prinsip pembuatan sari tempe adalah ekstraksi tempe dengan air melalui tahap pembuatan yaitu pemotongan bentuk dadu, pengukusan 3 menit, penambahan air mendidih, penggilingan, penyaringan, penambahan bahan tambahan pangan (gula, garam, perisa, penstabil) dan pemanasan pada suhu 90°C (Irwan, 2012).

Tabel 2.5.1 Syarat mutu susu kedelai berdasarkan SNI 01-3830-1995

Parameter	Syarat mutu
Bau	Normal
Rasa	Normal
Warna	Normal
pH	6,5 – 7,0
Protein, b/b	Min. 2,0%
Lemak, b/b	Min. 1,0%
Padatan jumlah, b/b	Min. 11,5%
Cemaran mikroba	
E. coli	< 3APM/ml
Salmonella	Negatif
Cemaran logam	
Timbal (Pb)	Maks. 0,2 mg/kg
Tembaga (Cu)	Maks. 2,0 mg/kg
Seng (Zn)	Maks. 5,0 mg/kg
Timah (Sn)	Maks. 40 mg/kg
Merkuri (Hg)	Maks. 0,03 mg/kg
Cemaran arsen (As)	Maks. 0,1 mg/kg

*Sumber : Badan Standar Nasional (1995)

2.6 Kalsium

Kalsium merupakan unsur penting bagi tubuh karena kalsium berfungsi dalam metabolisme tubuh untuk pembentukan tulang dan gigi. Tubuh manusia memiliki tingkat kebutuhan kalsium yang berbeda menurut usia dan jenis kelamin. Anak-anak membutuhkan kalsium 600 mg per hari, sedangkan usia dewasa membutuhkan kalsium 800 mg sampai 1000 mg per hari (Widya pangan & Gizi LIPI dalam Murniyati, 2015).

Kalsium memiliki beberapa fungsi, diantaranya meningkatkan kontraksi otot jantung, membantu pembekuan darah dengan mengubah protombin menjadi trombin, berperan dalam pembentukan tulang dan gigi, dll (Joyce dan Evelyn, 1996).

Kalsium bukan penyebab satu-satunya osteoporosis. Tetapi, kalsium dan fosfor menjadi titik sentral utama pembentukan massa tulang. Apabila pada masa pertumbuhan asupan kalsium dan fosfor tidak memadai, maka massa tulang tidak

akan tersusun secara maksimal, sehingga resiko terserang osteoporosis makin besar pada usia muda (Endang, 2009).

Pada proses fermentasi, kandungan kalsium dapat dipertahankan (Susianto dan Rita, 2013). Menurut Made Astawan (2009), kapang tempe dapat menghasilkan enzim fitase yang akan menguraikan asam fitat (yang dapat mengikat beberapa mineral) menjadi fosfor dan insitol. Dengan terurainya asam fitat, mineral-mineral tertentu (besi, kalsium, magnesium, seng) menjadi lebih tersedia untuk dimanfaatkan oleh tubuh. Terdapat beberapa zat gizi yang dapat mengganggu penyerapan kalsium, diantaranya kalium, natrium, zat besi, zink, dll (David, 2007). Selain itu, penyerapan kalsium juga terhambat oleh kasein. Seperti pada susu sapi, dimana kalsiumnya tinggi, tetapi kasein yang terdapat pada susu sapi dapat meningkatkan ekskresi kalsium melalui urine karena kandungan asam amino sulfurnya tinggi (Susianto dan Rita, 2013).

Tabel 2.6.1 Angka Kecukupan Kalsium yang Dianjurkan Menurut Kelompok Umur

Kelompok Umur	Angka Kecukupan Kalsium Per Orang Per Hari (mg)	
	Laki-laki	Perempuan
0-6 bulan	200	200
7-11 bulan	250	250
1-3 tahun	650	650
4-6 tahun	1000	1000
7-9 tahun	1000	1000
10-12 tahun	1200	1200
13-15 tahun	1200	1200
16-18 tahun	1200	1200
19-29 tahun	1100	1100
30-49 tahun	1000	1000
50-64 tahun	1000	1000
65-80 tahun	1000	1000
80+ tahun	1000	1000
Ibu hamil trimester 1		+200
Ibu hamil trimester 2		+200
Ibu hamil trimester 3		+200
Ibu menyusui 6 bulan pertama		+200
Ibu menyusui 6 bulan kedua		+200

*Sumber : Angka Kecukupan Gizi (AKG) (2014)

Tabel 2.6.2 Klaim Kandungan Zat Gizi

Komponen	Klaim	Persyaratan	Perhitungan
Kalsium	Sumber	15 % ALG per 100 gram (dalam bentuk padat)	165 mg per 100 gr (padat)
		7,5 % ALG per 100 ml (dalam bentuk cair)	82,5 mg per 100 gr (cair)
	Tinggi	2 kali jumlah untuk sumber	330 mg per 100 gr (padat) 165 mg per 100 gr (cair)

*Sumber : Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia (2011)

2.7 Bahan Pembuat Susu Tempe

Sukrosa

Sukrosa merupakan salah satu dari disakarida yang paling berlimpah di alam. Sukrosa (gula meja) terdapat dalam tumbuh-tumbuhan, dimana mereka disintesis dari D-glukosa dan D-fruktosa (Modul Kimia Karbohidrat, 2010). Ukuran Kristal pada gula pasir atau gula putih ditentukan oleh kilang gula pada saat kristalisasi dari lautan. Hal ini menunjukkan bahwa ukuran Kristal gula bervariasi.

Tabel 2.7.1 Nilai Gizi dalam 100 gram Gula Pasir

Komponen	Gula putih
Energi (Kkal)	394
Protein (gr)	0
Lemak (gr)	0
Karbohidrat (gr)	94
Kalsium (mg)	5

*Sumber: Tabel Komposisi Pangan Indonesia (TKPI) (2009)

Vanilin

Vanilin merupakan senyawa yang terkandung pada tanaman vanili (*Vanili planifolia*). Vanillin dapat diperoleh dari tanaman vanili yang diekstrak dengan pelarut etanol atau dari kayu lunak yang dioksidasi dengan nitrobenzana dalam alkali (Sjostrom, 1994 dalam Budimarwati, 2007). Vanillin secara luas digunakan sebagai *flavouring agent* pada industri pangan.

Dibidang pengawetan pangan, vanillin dipakai sebagai antimikroba dan antioksidan (Budimarwanti, 2007).

2.8 Uji Hedonik

A. Uji Organoleptik

Pengujian organoleptik adalah pengujian yang didasarkan pada proses penginderaan. Penginderaan diartikan sebagai suatu proses fisio-psikologis, yaitu kesadaran atau pengenalan alat indra akan sifat-sifat benda karena adanya rangsangan yang diterima alat indra yang berasal dari benda tersebut. Penginderaan dapat juga berarti reaksi mental (sensation) jika alat indra mendapat rangsangan (stimulus). Reaksi atau kesan yang ditimbulkan karena adanya rangsangan dapat berupa sikap untuk mendekati atau menjauhi, menyukai atau tidak menyukai akan benda penyebab rangsangan. Kesadaran, kesan dan sikap terhadap rangsangan adalah reaksi psikologi atau reaksi subyektif. Pengukuran terhadap nilai / tingkat kesan, kesadaran dan sikap disebut pengukuran subyektif atau penilaian subyektif. Disebut penilaian subyektif karena hasil penilaian atau pengukuran sangat ditentukan oleh pelaku atau yang melakukan pengukuran.

Menurut Soewarno dalam Ria (2013), dikenal beberapa panel berdasarkan tingkat sensitifitas dan tujuan dari setiap pengujiannya, yaitu:

1. Panel pencicip perorangan (Individual Expert).
2. Panel pencicip terbatas, yaitu terdiri dari 3-5 orang (small expert panel).
3. Panel terlatih, yaitu 15-25 orang (trained panel).
4. Panel agak terlatih, yaitu 26-50 orang (semi trained panel).
5. Panel tidak terlatih, jumlahnya tidak tetap (untrained panel).
6. Panel konsumen (30-1000 orang).

Uji Hedonik

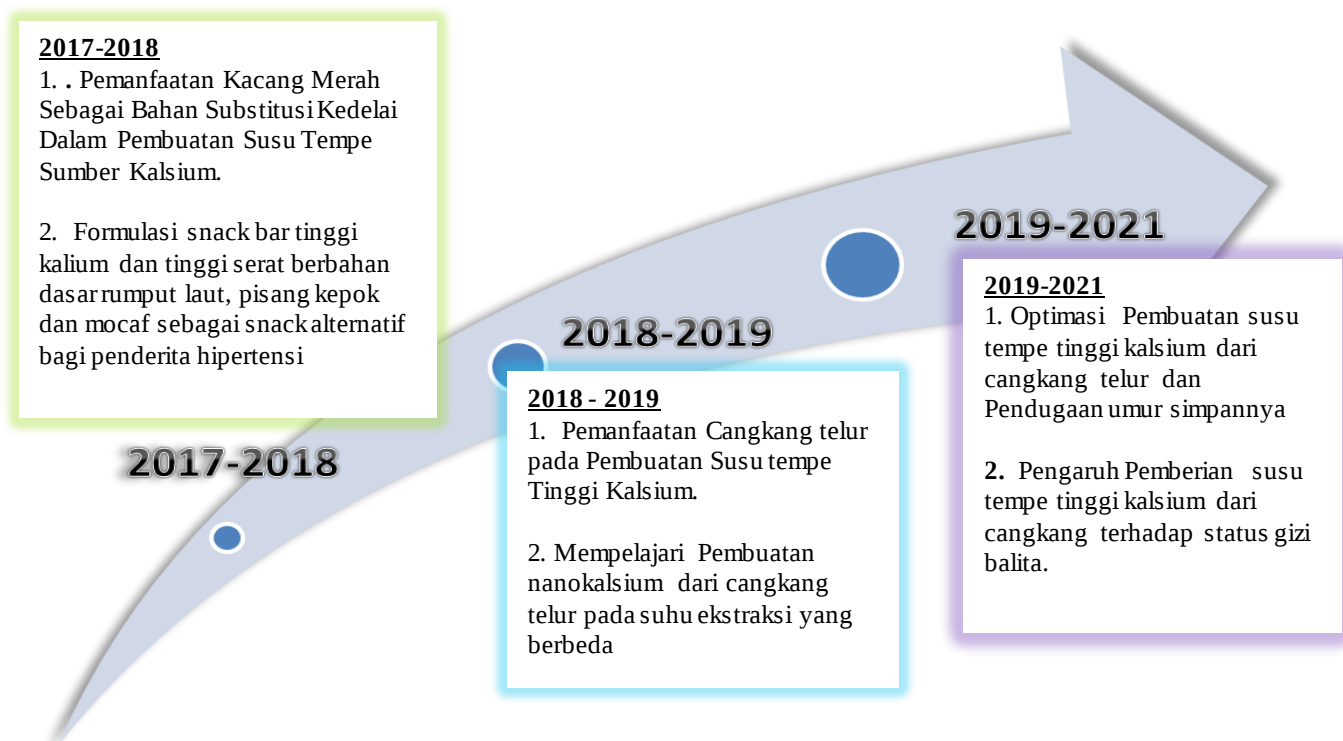
Uji hedonik dilakukan apabila uji didesain untuk memilih satu produk di antara produk lain secara langsung. Uji ini dapat diaplikasikan pada saat

pengemangan produk atau perbandingan produk dengan produk pesaing. Maka dari itu, produk yang tidak terpilih dapat menunjukkan bahwa produk tersebut disukai ataupun tidak disukai. Panelis dimintakan tanggapan pribadinya tentang kesukaan atau sebaliknya (ketidaksukaan). Di samping panelis mengemukakan tanggapan senang, suka, dan sebaliknya, mereka juga mengemukakan tingkat kesukaannya. Tingkat-tingkat kesukaan ini disebut skala hedonik. Skala hedonik dapat diubah menjadi skala numerik dengan angka mutu menurut tingkat kesukaan (Setyaningsih dkk, 2010).

Uji Mutu Hedonik

Berbeda dengan uji kesukaan, uji mutu hedonik tidak menyatakan suka atau tidak suka. Melainkan, menyatakan kesan tentang baik atau buruk. Kesan baik-buruk ini disebut kesan mutu hedonik. Kesan mutu hedonik lebih spesifik dari pada sekedar kesan suka atau tidak suka. Mutu hedonik dapat bersifat umum, yaitu baik atau buruk dan bersifat spesifik seperti empuk keras untuk daging, pulen-keras untuk nasi, renyah untuk mentimun (Setyaningsih dkk, 2010).

2.9 Road Map Jalan Penelitian



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Penelitian direncanakan akan berlangsung selama 8 bulan dengan tahapan pelaksanaan sebagai berikut :

- Tahap 1 :** a) Pembuatan Tepung Cangkang telur
b) Pembuatan kalsium oksida cangkang telur

Tujuan : Mengekstrak kalsium dari cangkang telur dengan teknik kalsinasi.

- Tahap 2 :** a) Pembuatan nanopartikel kalsium laktat cangkang telur
b) Uji coba pembuatan susu Tempe

Tujuan : Mengekstrak kalsium dalam cangkang telur dalam bentuk nanokalsium dan melakukan uji coba pembuatan susu tempe.

- Tahap 3 :** a) karakterisasi Sifat kimia tepung cangkang telur
b) Memformulasi tepung cangkang telur kedalam susu tempe kemudian dilakukan analisis sensori.

Tujuan : Mendapatkan Susu Tempe yang difortifikasi dengan tepung cangkang telur yang disukai secara sensori.

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama 8 bulan, yakni dari bulan Agustus 2018 sampai bulan Februari 2019 dilaksanakan pada laboratorium Gizi FKM UI, Pusat Penelitian Fisika LIPI Serpong dan FSS UHAMKA untuk ekstraksi kalsium dari cangkang telur, laboratorium Pengolahan Pangan Gizi UHAMKA untuk Pembuatan formulasi susu tempe tinggi kalium dan analisa sensori susu tempe. Tahap karakterisasi sampel (tepung rumpot cangkang telur) dan Pengujian Kimia Makanan susu tempe yang diformulasi cangkang telur dilakukan pada Pengujian Kimia Makanan dilakukan di PAU Pusat Penelitian Sumber daya Hayati dan Bioteknologi LPPM IPB dan laboratorium Perternakan IPB.

3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian Pembuatan Susu Tempe tinggi kalsium sebagai salah satu minuman alternatif bagi untuk lansia. Tahap I (awal) penelitian ini adalah pembuatan tepung cangkang telur dengan cara membersihkan cangkang telur dari kulit arinya kemudian cuci bersih. Cangkang telur yang telah dicuci di masak dengan menggunakan autoclave selama 1 jam. Cangkang telur yang telah direbus kemudian di keringkan pada suhu 40 °C selama 6 jam. Setelah kering cangkang telur dihaluskan dengan menggunakan blender dan di saring dengan penyaring ukuran 100 mesh. ekstraksi kalsium dengan menggunakan metode Kalsinasi. Tahapan kedua dilakukan proses **Kalsinasi Cangkang Telur Ayam** Tepung Cangkang ukuran 100 mesh dikeringkan pada suhu 1000 °C Selama 2 jam (Adak dan Purohit, 2011), tujuan proses kalsinasi adalah untuk menghilangkan komponen organik dan mengubah kalsium karbonat (CaCO_3) menjadi kalsium oksida (CaO).

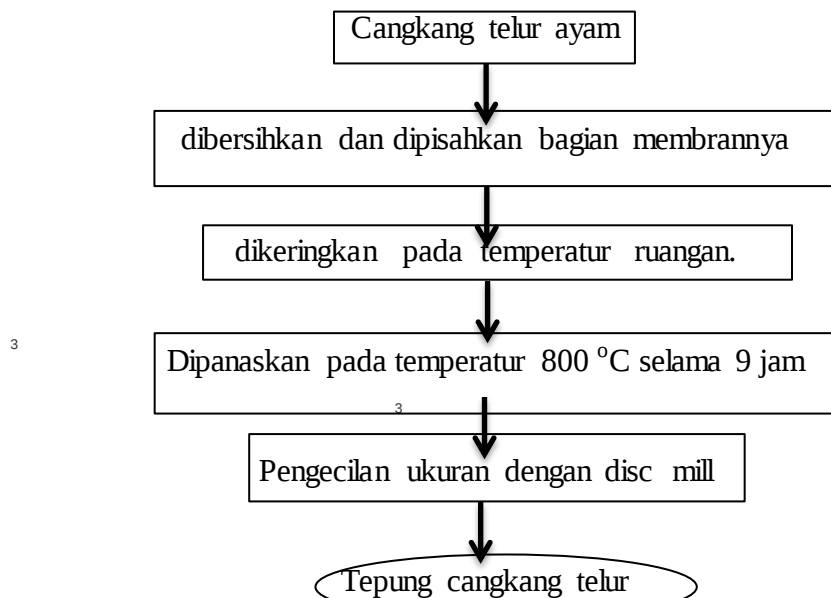
Pembuatan nanopartikel kalsium laktat dengan modifikasi metode Wang *et al.* (2012). Larutan 1 mol/L kalsium oksida sebanyak 20 ml dicampur dengan larutan 6 mol/L asam laktat sebanyak 30 ml dengan perbandingan 1:1,5 (v/v) selama 30 menit pada suhu 50 °C dengan kecepatan 500 rpm/menit menggunakan *magnetic stirrer*. Etanol 50% ditambahkan sebanyak 20 ml (v/v), dioven pada suhu 105 °C selama 72 jam kemudian dihaluskan menggunakan *blender* untuk memperoleh bubuk kalsium laktat kerabang telur. Kalsium laktat kerabang telur disimpan untuk digunakan pada proses berikutnya.

Cangkang telur hasil kalsinasi dikarakterisasi sifat kimianya. Setelah itu dilakukan pengecilan ukuran dengan menggunakan disc mill. Diagram alir Pembuatan tepung cangkang telur dapat dilihat pada Gambar 1. Karakterisasi sifat kimia Tepung cangkang telur meliputi: rendemen. Analisis Proksimat, meliputi : kadar air (AOAC 925.09.2005); abu (AOAC 941.12 2005); protein metode mikro abu kjeldahl (AOAC 920.87 2005); lemak (AOAC 960.39 2005) dan Analisa kalsium dengan metode AAS.

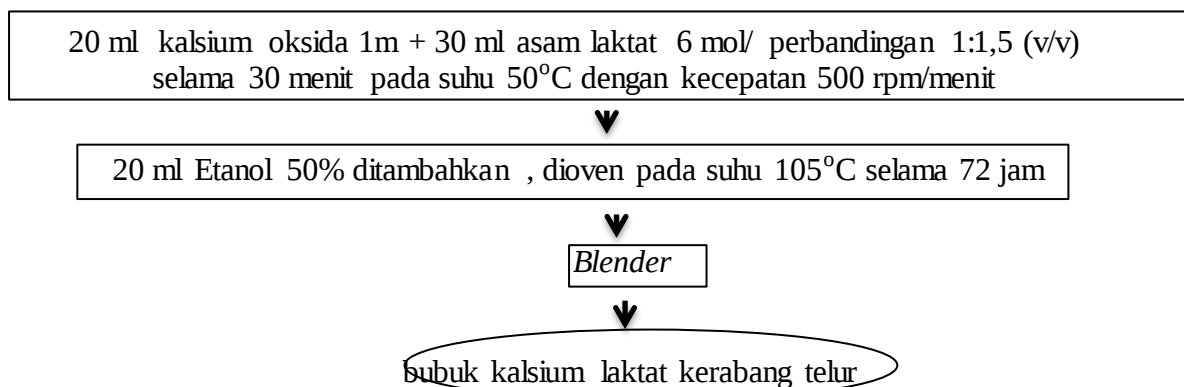
Tahap 2 pembuatan nanopartikel kalsium oksida cangkang telur. Kalsium laktat yang diperoleh di uji ukurannya dengan menggunakan analisa SEM dan uji coba pembuatan susu tempe. Tahap ke 3, kemudian dilakukan formulasi susu tempe dengan tepung cangkang telur. Adapun tahap pembuatan susu tempe sendiri adalah sebagai berikut : Proses pembuatan susu tempe dimulai dari sejumlah tempe yang telah berumur 2 hari dipotong dengan ukuran $\pm 1,5 \times 1,5 \times 1,5$ cm dan dikukus selama 10 menit. Setelah itu, tempe kemudian dihaluskan menggunakan blender dengan ditambah air pada rasio tempe dan air 1:2 hingga didapatkan bubur tempe. Selanjutnya bubur tempe dilakukan penyaringan dengan kain saring untuk memisahkan antara ampas tempe dan susu tempe. Susu tempe yang telah jadi kemudian di ukur viskositasnya dengan sensori / di celupkan dalam sendok dan di cek viskositasnya.

Kemudian tepung cangkang telur yang telah jadi di aplikasikan pemanfaatannya pada susu tempe. Untuk melihat daya terima konsumen terhadap produk pada penelitian ini dilakukan pengujian organoleptic dengan menggunakan panelis terbatas. Formulasi susu tempe yang yang paling disukai kemudian di reformulasi kembali dan dilakukan pengujian hedonic/organoleptik. Tahapan selanjutnya menguji sifat hedonic/organoleptic formula susu tempe dengan menggunakan uji hedonic dan uji mutu hedonic (Astiandriantini 2010). Uji Hedonik/organoleptik dilakukan untuk mengetahui tingkat kesukaan atau kelayakan suatu produk agar dapat diterima oleh penelis (konsumen). Uji ini dilakukan oleh 30 orang panelis agak terlatih. Parameter yang diuji pada uji hedonic (uji kesukaan) meliputi: warna, aroma, viskositas dan rasa dari produk yang dihasilkan. Dalam metode Hedonic ini penelis diminta memberikan penilaian berdasarkan tingkat kesukaan. Skor yang digunakan adalah 1 (sangat tidak suka), 2 (tidak suka), 3 (biasa), 4 (suka), dan 5 (sangat suka). Parameter uji mutu hedonic adalah warna, tekstur, aroma, dan rasa produk Susu Tempe , dengan lima skala penilaian. Formulasi yang paling disukai konsumen di uji secara kimia meliputi Analisis Proksimat, meliputi : kadar air (AOAC 925.09.2005);

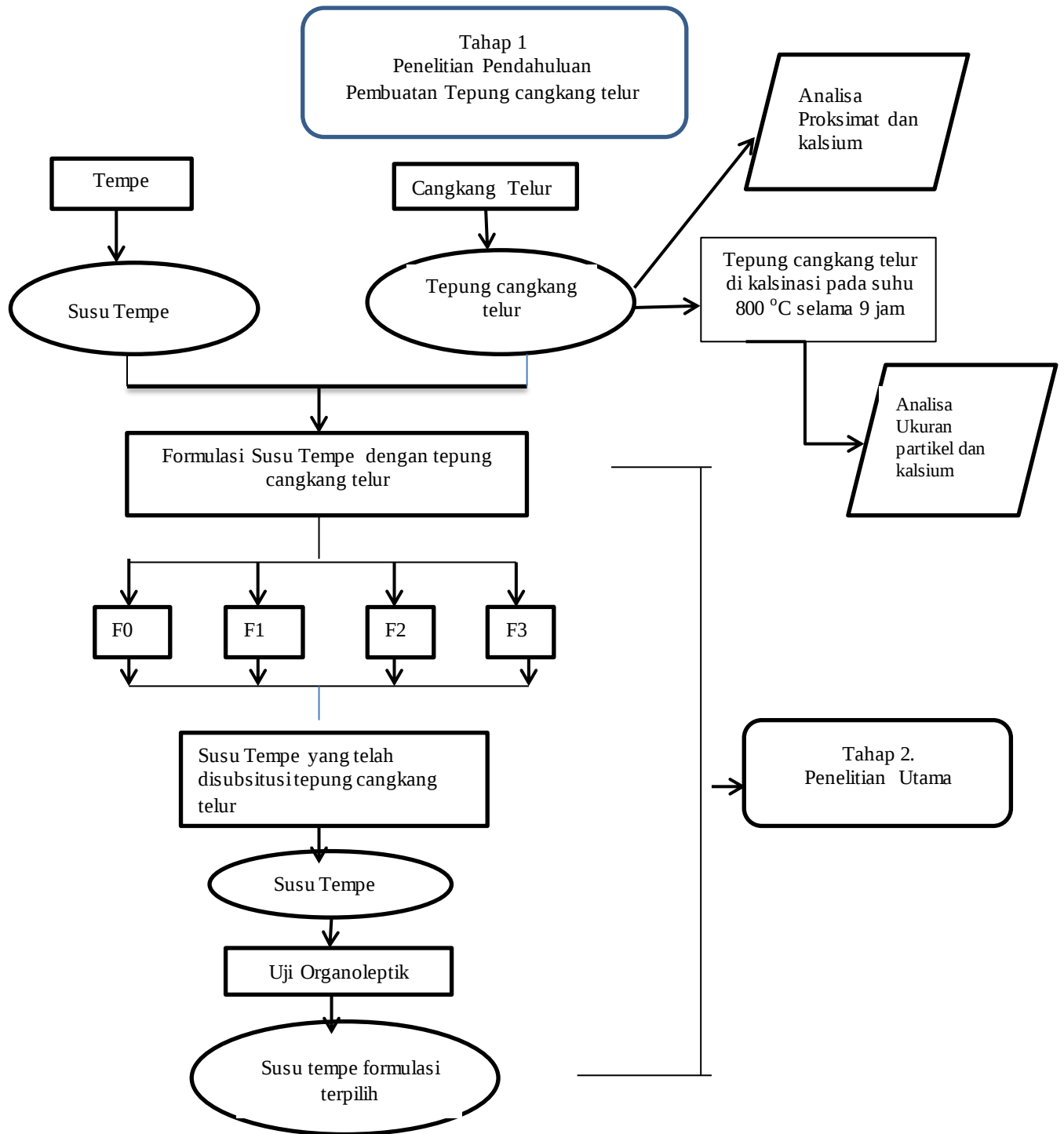
abu (AOAC 941.12 2005); protein metode mikro abu kjeldahl (AOAC 920.87 2005) dan lemak (AOAC 960.39 2005). Analisa kalsium dengan metode AAS.



Gambar 3.1. Skema Kalsinasi Cangkang Telur (modifikasi Adak dan Purohit. 2011).



Gambar 3.2. Skema nanopartikel kalsium laktat cangkang telur (Wang *et al.* 2012)



Gambar 3.3. Skema Pembuatan susu tempe tinggi kalsium

3.4 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu perlakuan yaitu formula Susu Tempe dengan taraf sebanyak empat yaitu formula 1, formula 2, formula 3 dan formula 4. Keempat formula tersebut terdiri dari adonan yang dengan konsentrasi tepung cangkang telur yang berbeda. Keempat formula tersebut diperoleh berdasarkan hasil penelitian pendahuluan.

Peubah respon dari penelitian ini adalah : viskositas, sifat kimia (kadar air, kadar abu, protein, karbohidrat dan kadar kalsium) dan organoleptik produk Susu Tempe . Pada analisis sifat kimia dilakukan ulangan sebanyak dua kali. Model linier rancangan tersebut adalah sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan :

Y_{ij} = Peubah respon Susu Tempe karena pengaruh formula Susu tempe perlakuan ke-i dengan ulangan ke-j

μ = Nilai rata-rata umum

τ_i = Pengaruh formula susu tempe pada taraf ke-i terhadap peubah respon i = Taraf

(i= formula 1, formula 2, formula 3, formula 4)

j = Ulangan (j = 1, 2)

ε_{ij} = Kesalahan penelitian karena pengaruh taraf ke-i peubah respon pada ulangan ke-j

3.5 Pengolahan dan Analisis Data

Pada penelitian pendahuluan data rata-rata hasil uji organoleptik terbatas, analisis sifat kimia tepung Rumput laut ditabulasikan dan dianalisis deskriptif. Pada penelitian lanjutan data rata-rata hasil analisis sifat kimia, uji hedonik dan uji mutu hedonik susu tempe dianalisis dengan *Analysis of Variance (ANOVA)*. Jika uji ANOVA menunjukkan pengaruh perlakuan yang nyata, maka dilanjutkan dengan Uji *Duncan's Multiple Range Test* untuk mencari keberadaan perbedaan

dari perlakuan yang ada. Untuk data uji kimia, dan uji organoleptik Susu Tempe. dibahas sesuai dengan hasil analisis. Produk terpilih ditetapkan berdasarkan warna, tekstur, aroma dan rasa sehingga didapatkan nilai hedonik keseluruhan pada hasil uji organoleptik.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Proses Pembuatan nanokalsium tepung cangkang telur.

Pembuatan nano kalsium yang dilakukan pada penelitian ini melalui 3 tahap yaitu : (1) Pembuatan Tepung Cangkang telur , (2) Pembuatan kalsium oksida cangkang telur dan (3) Pembuatan nanopartikel kalsium laktat cangkang telur.

4.1.1 Tepung cangkang telur

Adapun proses pembuatan tepung cangkang telur adalah sebagai berikut : Cangkang telur ayam dibersihkan di air yang mengalir dan bagian membrannya dipisahkan. Setelah itu, cangkang telur dikeringkan pada temperatur ruangan. Cangkang telur yang telah dikeringkan di rebus dalam otoclav selama kurang lebih 2 jam. Hal ini dilakukan untuk mensterilkan tepung cangkang telur dari cemaran mikrobiologi. Adapun gambar pembuatan tepung cangkang telur dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



a. Cangkang telur

b. cangkang telur yang telah dibuang lapisan tipisnya

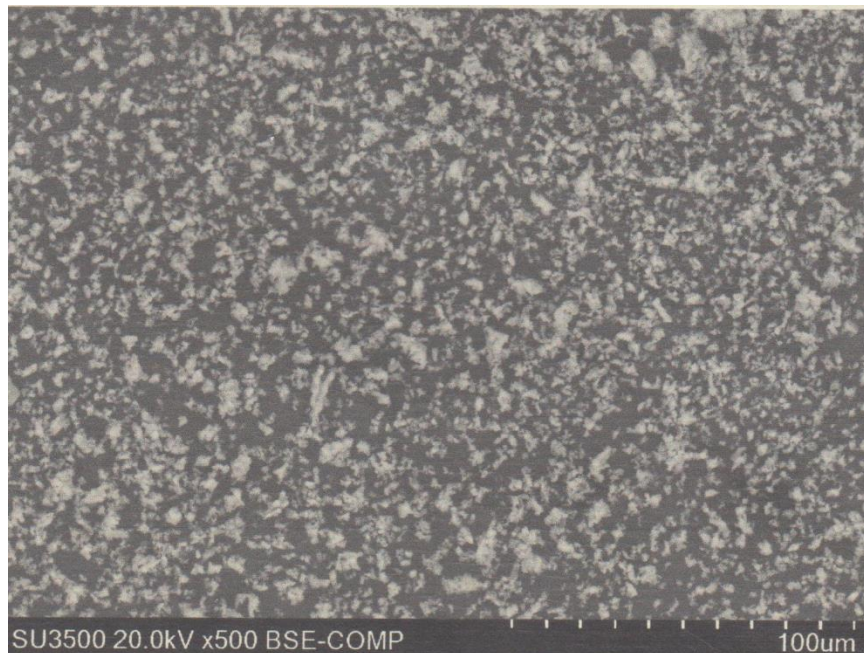
c. Tepung cangkang telur

Gambar 4.1 Tahapan pembuatan Tepung Cangkang Telur

4.1.2 Pembuatan calcium oksida dari cangkang telur

Tepung cangkang telur dipanaskan dengan suhu 800 °C selama 9 jam untuk dekomposisi bahan organik sehingga dihasilkan kalsium oksida. Kemudian kalsium oksida yang dihasilkan di haluskan dengan mortal. Dari sebanyak 20 gram cangkang telur yang dipanaskan pada suhu 800 °C selama 9 jam diperoleh kalsium oksida sebanyak 10,91 gram. (Rendemen sekitar 54.55%).

Hasil analisis partikel yang pertama adalah pada sampel Tepung cangkang telur yang di kalsinasi dengan perbesaran 500x. Hasil karakterisasi sampel menggunakan SEM diperlihatkan pada Gambar 1. Dari gambar SEM tersebut diambil Setelah melalui proses *Threshold*, maka analisis partikel dilakukan untuk mendapatkan luas area rata-ratanya. Analisis luas area dan diameter rata-rata dari masing-masing cuplikan ditunjukkan pada Tabel 1 berturut-turut sebesar 28.750 nm² dan 5.703 nm . Analisa ukuran partikel menggunakan free software imageJ (Candra Kurnia, dkk, 2011).



Gambar 4.2 Hasil Pencitraan SEM dari CaO pada pembesaran 500x

4.1.3 Pembuatan nanopartikel kalsium laktat dari cangkang telur

Pembuatan nanopartikel kalsium laktat dengan modifikasi metode Wang et al. (2012). Larutan 1 mol/L kalsium oksida sebanyak 20 ml dicampur dengan larutan 6 mol/L asam laktat sebanyak 30 ml dengan perbandingan 1:1,5 (v/v) selama 30 menit pada suhu 50°C dengan kecepatan 500 rpm/menit menggunakan magnetic stirrer. Etanol 50% ditambahkan sebanyak 20 ml (v/v), dioven pada suhu 105°C selama 72 jam kemudian dihaluskan menggunakan blender untuk memperoleh bubuk kalsium laktat kerabang telur. Kalsium laktat kerabang telur disimpan untuk digunakan pada proses berikutnya. Gambaran tahapan pembuatan nano partikel laktat dari cangkang telur dapat dilihat pada gambar di bawah ini. Ukuran partikel kalsium laktat tidak dapat di deteksi dengan SEM karena sampelnya masih agak basah.



Gambar 4.3 Tahapan ekstraksi Calsium Laktat

4.1.4 Analisa sifat kimia tepung cangkang telur

Hasil Analisa kimia (analisa kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, kadar serat kasar dan kadar kalsium) tepung cangkang telur dapat dilihat pada table dibawah ini.

Adapun hasil analisa kalsium pada setiap tahapan proses (tepung cangkang telur, kalsinasi menjadi CaO dan Ca laktat) dapat dilihat pada table dibawah 4.2 dan pengaruh proses kalsinasi pada suhu dan waktu yang berubah dapat dilihat pada table 4.2.

Tabel 4.1 Hasil Analisis Kimia Tepung Cangkang telur

Parameter	Satuan	Hasil analisis
Kadar air	%	0.865
Kadar abu	%	93.91
Kadar lemak	%	0.225
Kadar protein	%	7.05
Kadar serat kasar	%	1.09
Ca	gr/100 gr	63.3
Nitrogen	%	1.12

Tabel 4.2. Kadar Ca^{2+} pada temperatur dan waktu kalsinasi berubah-ubah

No	Sampel	Temperatur dan lama kalsinasi	Rata-rata Kadar Ca^{2+} (%)
1	I	800 °C dan 9 jam	40.83 **
	I		
	I		
2	II	900°C dan 2 jam	3,31 *
	II		
	II		
3	III	900°C dan 3 jam	12,15 *
	III		
	III		
4	IV	900°C dan 4 jam	18,70 *
	IV		
	IV		
5	V	900°C dan 5 jam	22,65 *
	V		
	V		
6	VI	900°C dan 6 jam	56,89 *
	VI		
	VI		

Keterangan : * Muhammad Nazar, Syahrial, Cut Lina Keumala Sari. (2013)

** Indah Kusumaningrum dan Nur Setiawati (2019)

Tabel 4.3 Hasil Analisis kalsium pada setiap tahapan proses

Sampel	Satuan	% kadar kalsium
CaCO_3	%	63.331
		63.265
CaO	%	40.927
		40.727
Ca Laktat	%	6.373
		6.338

Sumber : indah kusumaningrum dan nursetiawati (2019)

4.2. Mempelajari proses pembuatan susu tempe dan uji sensori susu tempe yang di formulasikan tepung cangkang telur.

4.2.1 Proses pembuatan Susu Tempe

Proses pembuatan susu tempe adalah sebagai berikut : tempe di timbang kemudian di hancurkan dengan penambahan cairan. Setelah itu dilakukan penyaringan hingga di peroleh filtratnya. Sari tempe kemudian ditambahkan dengan bahan-bahan yang lain dan tepung cangkang telur dengan perbandingan 5%, 10% dan 15%. Kemudian dilakukan pengujian secara sensori dengan menggunakan panelis sebanyak 30 Orang. Proses pembuatan susu tempe dapat dilihat paa gambar di bawah ini.



a. Tempe

b. Tempe di hancurkan

c. Susu Tempe

Gambar 4.4 Proses pembuatan susu tempe yang difortifikasi tepung cangkang telur

4.2.2 Uji sensori susu tempe tinggi kalsium meliputi uji hedonic dan uji mutu hedonik



Gambar 4.5

Uji Hedonik dan utu hedonik susu tempe yang difortifikasi tepung cangkang telur

4.2.3 Uji organoleptik susu tempe yang di fortifikasi dengan cangkang telur

Formulasi susu tempe selanjutnya dilakukan uji organoleptik atau dikenal dengan analisis sensori. Analisis sensori adalah proses identifikasi, pengukuran ilmiah, analisis, dan interpretasi atribut-atribut produk melalui lima panca indra (Setyaningsih dkk. 2010). Uji organoleptik untuk menentukan susu tempe terpilih dengan menggunakan uji mutu hedonik dan uji hedonik (kesukaan) dengan atribut warna, tekstur, rasa dan aroma menggunakan 30 orang konsumen terbatas. Panelis yang diikutsertakan dalam penelitian ini adalah mahasiswa/i Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA dengan syarat telah mengikuti mata kuliah Teknologi Pangan dan Gizi. Selain itu panelis juga harus dalam kondisi sehat, tidak sedang mengalami gangguan indra penciuman dan indra perasa dan panelis menyukai susu agar para panelis dapat menilai sampel dengan baik.

Uji organoleptik pada susu tempe dilakukan menggunakan skala skor dengan pilihan 1 sampai 5 yang disajikan pada Lampiran 1. Susu tempe yang disajikan merupakan susu tempe dengan penambahan tepung cangkang telur pada berbagai konsentrasi, yaitu masing-masing F0 (kontrol), F1, F2, dan F3. Susu tempe masing-masing disajikan pada Gambar dibawah ini.



Gambar 4.6. Formula Susu Tempe F0, F1, F2, dan F3

Uji organoleptik dilakukan pada tanggal 12 Desember 2018, dilaksanakan di Laboratorium gizi Fakultas, Ilmu-Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA. Uji organoleptik dilakukan pada pukul 8.30 -12.00 WIB. Posisi duduk panelis saat melakukan penilaian tidak berhadapan dan jarak antar panelis satu dengan lainnya ± 50 cm. Hal tersebut bertujuan ketika panelis menilai panelis tidak melakukan diskusi dengan panelis lainnya.

Uji Mutu Hedonik dan Uji Hedonik (Kesukaan) Susu Tempe

Uji mutu hedonik bersifat spesifik digunakan untuk mengetahui karakteristik susu tempe terhadap mutu warna, tekstur, rasa, dan aroma susu. Parameter yang diuji meliputi mutu warna, viskositas, rasa, dan aroma susu tempe. Skala skor yang digunakan yaitu untuk warna digunakan pilihan 1 (sangat merah) hingga 5 (putih), untuk aroma digunakan pilihan 1 (sangat amat langu) hingga 5 (tidak langu), untuk rasa digunakan pilihan 1 (amat sangat tidak manis) hingga 5 (manis), dan untuk viskositas digunakan pilihan 1 (kental) hingga 5 (sangat amat encer). Uji mutu hedonik ini semakin tinggi nilai yang diberikan panelis maka semakin baik mutu susu tempe.

Uji hedonik (tingkat kesukaan) dilakukan untuk menentukan formula terbaik terutama dengan menggunakan tingkat kesukaan panelis. Parameter yang diukur dalam hedonik meliputi warna, aroma, rasa, dan viskositas. Skala skor yang digunakan yaitu 1 (sangat tidak suka) hingga 5 (sangat suka). Nilai skor yang diberikan panelis semakin tinggi maka semakin suka panelis terhadap produk susu tempe.

a. Warna

Warna makanan memegang peranan utama dalam penampilan makanan. Warna yang menarik dan tampak alamiah dapat meningkatkan cita rasa (Eddy, 2008). Faktor warna merupakan parameter awal yang secara subjektif dan visual harus dipertimbangkan karena dapat menyebabkan penerimaan atau penolakan produk. Warna susu tempe merupakan warna alami dari kacang merah dan kacang kedelai serta miselium dari tempe. Nilai rata-rata mutu warna dan kesukaan panelis terhadap warna susu tempe dapat dilihat pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Rata-rata Mutu dan Kesukaan terhadap Warna

Formula (F)	Mutu Hedonik*	Hedonik**
Formula kontrol (F0)	3.4	3.13
Formula 1 (F1)	2.83	3.5
Formula 2 (F2)	3.63	3.43
Formula 3 (F3)	3.3	3.33

Keterangan : *1=merah; sampai 5=putih kekuningan; **1=sangat tidak suka; sampai 5=sangat suka

Hasil penilaian panelis rata-rata mutu warna susu tempe yang di formulasi cangkang telur dari ke 3 formula mempunyai warna yang sama yaitu kemerahan dengan skor berkisar (2.83 – 3.63). Berdasarkan hasil penilaian panelis, rata-rata mutu warna susu sama dengan warna susu kontrol yang mendapat skor 3.04 yang mana masuk kedalam kategori putih kekuningan.

Berdasarkan hasil uji parametric Anova (Lampiran 2) menunjukkan taraf penggunaan tempe kacang merah memiliki perbedaan yang tidak signifikan terhadap warna susu tempe pada F1, F2 dan F3 ($P\text{-value} < 0,01$). Hal ini disebabkan karena semua formulasi sampel mendapat penambahan flavor yang sama.

b. Aroma

Aroma atau bau makanan dapat merangsang keluarnya getah lambung dan banyak menentukan lezatnya dari makanan tersebut. Aroma lebih terpaut pada indra penciuman (Eddy, 2008). Aroma yang disebarkan oleh makanan adalah daya tarik yang sangat kuat dan mampu merangsang indra penciuman sehingga membangkitkan selera. Timbulnya aroma makanan disebabkan oleh terbentuknya suatu senyawa yang menguap. Aroma pada susu tempe dipengaruhi oleh tempe kedelai dan cangkang telur, serta aroma strawberi dan vanili. Nilai rata-rata mutu aroma terhadap susu tempe dapat dilihat pada Tabel 4.5

Tabel 4.5 Rata-rata Mutu dan Kesukaan terhadap Aroma

Formula (F)	Mutu Hedonik*	Hedonik**
Formula kontrol (F0)	3.17	3.9
Formula 1 (F1)	3.13	3.6
Formula 2 (F2)	3.3	3.73
Formula 3 (F3)	2.9	3.37

Keterangan : *1=sangat amat langu; sampai 5=tidak langu; **1=sangat tidak suka; sampai 5=sangat suka

Hasil penilaian panelis rata-rata mutu aroma susu tempe berkisar dari (2.9-3.30) langu sampai agak langu. Skor rata-rata tertinggi dicapai oleh susu tempe F2 yaitu (3.3) panelis menilai susu tempe memiliki aroma netral. Skor tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan formula kontrol. Maka berdasarkan hasil penilaian panelis rata-rata mutu aroma susu tempe dapat tidak disamakan dengan aroma susu tempe kontrol yang mendapat skor (3.17).

Berdasarkan hasil uji parametric anova menunjukkan taraf penggunaan tepung cangkang telur tidak memiliki perbedaan yang signifikan terhadap aroma susu

tempe pada F1, F2 dan F3 ($P\text{-value} < 0,05$). Hal ini dikarenakan tepung cangkang telur menghasilkan aroma yang netral.

Aroma langu khas kedelai disebabkan enzim lipoksigenase yang terkandung dalam kedelai (Nurita dalam Sediaoetama, 2009), berkurang karena kedelai difermentasi menjadi tempe.

c. Viskositas

Viskositas merupakan derajat kekentalan cairan yang mengalir atau tidak dalam keadaan diam (Johan, 2008). Konsistensi minuman juga mempengaruhi penampilan makanan yang dihidangkan. Metode yang digunakan dalam pengujian viskositas ini ialah dengan metode manual, yang mana panelis bisa menilai dengan cara mengaduk dan meneteskan susu menggunakan sendok yang telah disediakan. Nilai rata-rata mutu viskositas terhadap susu tempe yang di fortifikasi cangkang telur dapat dilihat pada Tabel dibawah ini .

Tabel 4.6 Rata-rata Mutu dan Kesukaan terhadap Viskositas

Formula (F)	Mutu Hedonik*	Hedonik**
Formula kontrol (F0)	3.2	2.6
Formula 1 (F1)	2.97	2.8
Formula 2 (F2)	3.5	3.93
Formula 3 (F3)	3.07	4.23

Keterangan : *1=amat sangat encer; sampai 5=kental; **1=sangat tidak suka; sampai 5=sangat suka

Hasil penilaian panelis rata-rata mutu viskositas susu tempe berkisar dari (2.97-3.50) yaitu sama-sama masuk kedalam kategori encer. Skor rata-rata tertinggi dicapai oleh susu tempe F2 yaitu (3.50) panelis menilai susu tempe memiliki visikositas yang encer. Skor tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan formula kontrol. Maka berdasarkan hasil penilian panelis rata-rata mutu viskositas susu tempe hampir sama dengan viskositas susu tempe kontrol yang mendapat skor (3.2). Namun, perbedaannya cukup tipis yaitu 0.3 poin. Hal tersebut menunjukkan bahwa mutu viskositas susu tempe terpilih hampir setara dengan susu tempe kontrol. Hal ini sejalan dengan penelitian Ayu Intan Safitri dkk (2014), peningkatan pemberian tepung cangkang telur pada susu kedelai kurang mempengaruhi nilai viskositas.

Berdasarkan hasil uji parametric Duncan menunjukkan taraf penggunaan tepung cangkang telur tidak memiliki perbedaan yang signifikan terhadap viskositas susu tempe pada F1, F2 dan F3 ($P\text{-value}>0,05$). Hal ini disebabkan oleh viskositas yang dihasilkan dari susu tempe kedelai dan cangkang telur hampir sama.

Berdasarkan hasil uji parametric *anova* (Lampiran 3) menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan ($P\text{-value}<0,05$) kesukaan panelis terhadap viskositas susu tempe. Hasil uji lanjutan *Duncan* (lampiran 5) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kesukaan viskositas terhadap semua formulasi susu tempe, kecuali antara F0 dengan F1 sama dan F2 sama F3. Viskositas F3 lebih disukai panelis dibandingkan F1 dan F2. Semakin tinggi penambahan tepung cangkang telur maka viskositas pada produk susu tempe akan semakin disukai.

Pada uji statistik *anova* terdapat perbedaan antara uji mutu hedonik dan hedonik. Hal ini boleh jadi disebabkan karena konsistensi panelis yang tidak akurat. Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi konsistensi panelis, salah satunya ialah rasa jenuh saat proses uji organoleptik berlangsung.

d. Rasa

Rasa merupakan salah satu komponenn flavor yang terpenting, karena mempunyai pengaruh yang dominan pada cita rasa. Berbeda dengan dengan aroma makanan yang ditimbulkan oleh terbentuknya senyawa yang mudah menguap, rasa makanan ditimbulkan oleh larutnya senyawa pemberi rasa ke dalam air liur, yang kemudian merangsang saraf pengecap, jadi rasa makanan pada dasarnya adalah perasaan yang timbul setelah menelan makanan. Rasa lebih banyak melibatkan indra pengecap, yaitu lidah (Moehyl dalam Nisrina, 2012). Nilai rata-rata mutu rasa terhadap susu tempe dapat dilihat pada Tabel dibawah ini .

Tabel 4.7 Rata-rata Mutu dan Kesukaan terhadap Rasa

Formula (F)	Mutu Hedonik*	Hedonik**
Formula kontrol (F0)	2.47	3.27
Formula 1 (F1)	2.67	3.07
Formula 2 (F2)	3.4	3.4
Formula 3 (F3)	2.57	3.3

Keterangan : *1=sangat tidak manis; sampai 5=manis; **1=sangat tidak suka; sampai 5=sangat suka

Hasil penilaian panelis rata-rata mutu rasa susu tempe berkisar dari (2.47-3.4) yaitu sama-sama masuk kedalam kategori manis. Skor rata-rata tertinggi dicapai oleh susu tempe F2 yaitu (3.40) panelis menilai susu tempe memiliki rasa yang manis. Skor tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan formula kontrol. Maka berdasarkan hasil penilaian panelis rata-rata mutu rasa susu tempe belum dapat disamakan dengan rasa susu tempe kontrol yang mendapat skor (2.47). Hal tersebut menunjukkan bahwa mutu rasa susu tempe terpilih hampir setara dengan susu tempe kontrol.

Berdasarkan hasil uji parametric anova, menunjukkan taraf penggunaan tempe kacang merah memiliki perbedaan yang signifikan terhadap rasa susu tempe pada F1, F2 dan F3 ($P\text{-value} > 0,05$). Hal ini disebabkan karena semakin sedikit penambahan tepung cangkang telur tidak menyebabkan semakin manis susu tempe yang dihasilkan. Hasil uji lanjutan *duncan* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kesukaan rasa terhadap semua formulasi susu tempe, kecuali antara F0 dengan F1 dan F3 sedangkan F2 berbeda dengan F0, F1 dan F3. Pada semua formulasi ditambahkan gula dengan takaran yang sama. Penulis ingin melihat apakah dengan penambahan tepung cangkang telur dapat menghalangi rasa manis sari susu tempe.

Berdasarkan hasil uji parametric *Duncan* menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan ($P\text{-value} < 0,05$) kesukaan panelis terhadap rasa susu tempe. Hal ini disebabkan karena pada semua formulasi ditambahkan gula dengan takaran yang sama.

4.2.4 Penentuan Formula Terbaik Susu Tempe yang di fortifikasi Cangkang telur

Formula terbaik ditentukan berdasarkan hasil uji tingkat kesukaan (hedonik). Dengan cara menjumlahkan skor rata-rata dari rasa, aroma, warna dan tekstur dari tiap formulasi. Kemudian jumlah dari skor rata-rata dibuat rata-rata kembali untuk melihat angka tertinggi, pada Tabel 4.8 bisa diambil kesimpulan bahwa dari segi kesukaan panelis, formula yang paling diterima yaitu formula F2 dengan penambahan tepung cangkang telur sebanyak 10 %.

Tabel 4.8
Nilai rata-rata mutu dan kesukaan setiap formulasi

	Formula 0		Formula 1		Formula 2		Formula 3	
Mutu	Mutu Hedonik	Hedonik	Mutu Hedonik	Hedonik	Mutu Hedonik	Hedonik	Mutu Hedonik	Hedonik
Warna	3.4	3.13	2.83	3.5	3.63	3.43	3.3	3.33
Aroma	3.17	3.9	3.13	3.6	3.3	3.73	2.9	3.37
Viskositas	3.2	2.6	2.97	2.8	3.5	3.93	3.07	4.23
Rasa	2.47	3.27	2.67	3.07	3.4	3.4	2.57	3.3
Rata-rata	3.06	3.23	2.9	3.24	3.46	3.62	2.96	3.56
Total rata-Rata	3.1425		3.07		3.54		3.26	

4.2.5 Kandungan Gizi Susu Tempe Terbaik

Susu tempe merupakan produk makanan yang dibuat dengan substitusi tempe kacang kedelai dengan tempe kacang merah. Susu tempe terbaik setelah uji mutu hedonik dan hedonik (kesukaaan) selanjutnya akan dihitung nilai gizinya berdasarkan TKPI berupa proksimat, energi dan kalsium. Susu tempe terbaik yang disukai oleh panelis adalah susu tempe formulasi 2 dengan penambahan tepung cangkang telur sebanyak 10%. Analisis Nilai gizi berdasarkan TKPI susu tempe terpilih dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Hasil Analisis Kimia Susu Tempe Terbaik

Parameter	Satuan	Hasil Analisis	SNI 01-3830-1995
		Susu Tempe	(susu kedelai)
Protein	%	43	Min. 2.0
Lemak	%	21	Min. 1.0
Karbohidrat	%	51	-
Energi	Kkal	292	-
Kalsium	mg/100gr	8626	-

Kadar kalsium

Kalsium merupakan salah satu mineral terbesar yang terkandung pada kacang kedelai dan tepung cangkang telur. Kandungan Kalsium pada susu tempe mengalami penurunan hal tersebut dikarenakan tingginya kadar air didalam susu tempe. Sedangkan kandungan kalsium dalam tepung cangkang telur komponennya masih dalam bentuk CaCO_3 . Kadar kalsium susu tempe berdasarkan hitungan TKPI sangat tinggi, tetapi tepung cangkang telur

mempunyai daya kelarutan yang rendah sehingga masih mengendap pada susu tempe.

Berdasarkan Angka Kecukupan Gizi (AKG) 2012, kecukupan kalsium lansia ialah 1000 mg. Klaim suatu produk makanan dikatakan sebagai tinggi vitamin dan mineral (kalsium) adalah tidak kurang dari 15% ALG per 100 gram. Yaitu sekitar 171 mg/100 gram. Kandungan kalsium pada susu tempe berdasarkan hitungan TKPI ialah 8626 mg/100 gram. Maka dapat disimpulkan susu tempe dapat diklaim sebagai susu sumber kalsium. Untuk mendapatkan susu tempe yang disukai secara sensori maka perlu dilakukan reformulasi ulang

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Rendemen yang diperoleh dari proses kalsinasi sekitar 54.55%.
2. Hasil uji kimia di peroleh kadar air tepung cangkang telur sebanyak 0.865 %, kadar abu 93.91%, kadar lemak 0.225 %, kadar protein 7.05% , kadar karbohidrat 1.09 % serta kadar kalsium 63.300 mg/100 gr.
3. Susu tempe yang di teliti dalam percobaan ini adalah susu tempe yang difortifikasikan tepung cangkang telur sebanyak 5 %, 10% dan 15 %.
4. Susu Tempe yang di fortifikasi dengan tepung cangkang telur yang paling disukai panelis adalah susu tempe dengan formulasi 2 (dengan penambahan tepung cangkang telur 10%) dengan skor sensori 3.54.
5. Susu tempe terbaik memiliki kandungan protein 43 %, lemak 21 % , karbohidrat 51 %, energi 292 kkal dan kalsium 8626 mg/gram.

B. Saran

Sebaiknya susu tempe yang di tambahkan tepung cangkang telur dalam bentuk abunya. Hal ini dikarenakan viskositas abu dari tepung cangkang telur lebih tinggi daya kelarutannya dibandingkan tepung caangkang telur. Perlu dilakukan reformulasi ulang pembuatan susu tempe yang sesuai dengan ketentuan klaim gizi dan sensorinya.

Aplikasi penggunaan tepung cangkang telur sangat cocok dilakukan untuk produk yang bersifat padatan. Hal ini di sebabkan karena sifat pati tepung cangkang telurnya yang tidak mudah tergelatinisasi. Jika ingin mengaplikasikannya dalam bentuk minuman perlu melakukan proses kalsinasi.

BAB 6 LUARAN YANG DICAPAI

Jurnal

IDENTITAS JURNAL		
1	Nama Jurnal	JKMA –Jurnal Kesehatan Masyarakat Andalas
2	Website Jurnal	http://jurnal.fkm.unand.ac.id/index.php/jkma
3	Status Makalah	Submitted
4	Jenis Jurnal	Jurnal Nasional terakreditasi/Jurnal Nasional tidak terakreditasi.
4	Tanggal Submit	11 Februari 2019
5	Bukti Screenshot submit	Kepada Yth. Indah kusumaningrum di Tempat Dengan Hormat, Sehubungan dengan surat permohonan beserta naskah manuskrip yang telah kami terima dengan judul "PENGARUH FORTIFIKASI KALSIMUM KERABANG TELUR TERHADAP SIFAT SENSORI SUSU TEMPE" , maka dengan ini kami sampaikan bahwa naskah Anda telah diterima dan selanjutnya akan masuk revisi tahap 1 oleh tim penyunting. Kami akan segera mengabari Anda tentang apa-apa saja yang perlu diperbaiki untuk meningkatkan kualitas naskah. Dengan sistem manajemen jurnal online yang kami gunakan, Anda bisa melacak kemajuan naskah dalam proses editorial dengan login ke web site jurnal: URL Manuskrip: http://jurnal.fkm.unand.ac.id/index.php/jkma/author/submission/458 Nama pengguna Penulis: indah_kusumaningrum Demikianlah yang dapat kami sampaikan, atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih. Hormat kami, Tim Penyunting JKMA Jurnal Kesehatan Masyarakat Andalas http://jurnal.fkm.unand.ac.id/index.php/jkma email: jkma@fkm.unand.ac.id

DAFTAR PUSTAKA

- Anggrahini. (2009). *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama
- Ayu Intan Safitri , Nurul Muslihah dan Sri Winarsih (2014). Kajian Penambahan Tepung Cangkang Telur Ayam Ras Terhadap Kadar Kalsium, Viskositas, dan Mutu Organoleptik Susu Kedelai. *Majalah Kesehatan FKUB*. Volume 1 Nomer 3, September 2014.
- AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemist*. 18th edn. Association of Official Analytical Chemist, Washington DC.
- Astawan, M. (2009). *Sehat dengan Hidangan Kacang dan Biji-bijian*. Jakarta: Niaga Swadaya
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia (BPOMRI). (2011). *Pengawasan Klaim Dalam Label dan Iklan Pangan Olahan*. Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor HK.03.1.23.11.11.09909 Tahun 2011,3.
- Badan Standarisasi Nasional. (2009). *Standar Nasional Indonesia: Tempe Kedelai*. SNI, 3144, 2009.
- Buckle, K. A., R. A. Edwards, G. H. Fleet and M. Wooton. 1985. *Ilmu Pangan*. Diterjemahkan oleh Purnomo, H dan Adiono. Cetakan Ke-1. UI Press, Jakarta.
- Candra Kurniawan1), Thomas Budi Waluyo1), Perdamean Sebayang1). 2011. ANALISIS UKURAN PARTIKEL MENGGUNAKAN *FREE SOFTWARE IMAGE-J*, *Seminar Nasional Fisika 2011 . Pusat Penelitian Fisika-LIPI ISSN 2088-4176. Serpong, 12-13 Juli 2011*
- Daengprok, W., W. Garnjanagoonchorna and Y. Mine. 2002. Fermented pork sausage fortified with commercial or hen eggshell calcium lactate. *Meat Sci*. 62: 199-204
- Daengprok, W., W. Garnjanagoonchorn, O. Naivikul, P. Pornsinpatip, K. Issigonis, and Y. Mine. 2003. Chicken eggshell matrix proteins enhance calcium transport in the human intestinal epithelial cells, Caco-2. *J. Agric. Food Chem*. 51: 6056-6061.
- Hadi, W. S. 2005. *Sifat Fisik Dan Organoleptik Minuman Instan Madu Bubuk Dengan Penambahan Efek Effervescent Dari Tepung Kerabang Telur*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor
- Hadi, A.P, Suryanto, E Dan Rusman. 2015. Pengaruh Fortifikasi Nanopartikel Kalsium Laktat Kerabang Telur Terhadap Sifat Kimia Dan Fisik Bakso Ayam. *Buletin Pertenakan*. Vol 40 (1); 40-47, Febuari 2016. ISSN 0126-4400.
- Handayani1, L Dan Faisal Syahputra. 2017. Isolasi Dan Karakterisasi Nanokalsium Dari Cangkang Tiram (*Crassostrea Gigas*). *Jurnal Jphpi* 2017. Vol 20 :3

- Lekahena V, Didah NF, Rizal S, Paranginangin R. 2014. Karakterisasi fisikokimia nanokalsium hasil ekstraksi tulang ikan nila menggunakan larutan basa dan asam. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 25(1). 57-64.
- Murniati. (2015). *Teknik Pengolahan Tepung Kalsium Dari Tulang Ikan Nila*. Jakarta: Penebar Swadaya
- PERSAGI. (2009). *Tabel Komposisi Pangan Indonesia (TKPI)*. Jakarta: Elex Media komputindo.
- Permenkes RI. (2013). *Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan Bagi Bangsa Indonesia*. Jakarta: Permenkes.
- PUSIDO. (2012). *Tempe : Persembahan Indonesia untuk Dunia*, Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Suptijah P. 2012. Karakterisasi dan bioavailabilitas nanokalsium cangkang udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Akuatika*. 3(1): 63-73.
- Susianto, dan Rita Ramayulis. (2013). *Fakta Ajaib Khasiat Tempe*. Jakarta: Penebar Plus.
- Setyaningsih, Dwi, et. al. (2010). *Analisis Sensori Untuk Industri Pangan dan Agro*. Bogor: IPB Press.
- Virginia Tech. 2008. The Egg. Virginia State University. Publication 388-801, 2008: hal 1-12
- Watts, David. (2007). *Trace Elements and Other Essential Nutrients*. Texas: BLOCK
- Yuliana, Ria. (2013). Susu Kedelai dan Susu Tempe: Mutu Organoleptik dan Kandungan Zat Gizi. <http://digilib.esaunggul.ac.id/susu-kedelai-dan-susu-tempe-mutu-organoleptik-dan-kandungan-zat-gizi-1246.html>

**LAMPIRAN : ARTIKEL ILMIAH JURNAL KESEHATAN MASYARAKAT
ANDALAS**

Judul Bahasa Indonesia:

PENGARUH FORTIFIKASI KALSIUM KERABANG TELUR TERHADAP
SIFAT SENSORI SUSU TEMPE

Judul Bahasa Inggris:

THE EFFECT OF EGGSHELL CALCIUM FORTIFICATION ON SENSORIC
PROPERTIES OF TEMPE MILK

Judul Singkat:

EGGSHELL CALCIUM FORTIFICATION ON SENSORIC PROPERTIES OF
TEMPE MILK

Penulis:

Indah Kusumaningrum, STP, MSi¹
Nursetiawati, S.Pd. M. kes¹

Institusi Afiliasi:

¹Fakultas Ilmu Ilmu Kesehatan Masyarakat, Universitas Muhammadiyah Prof.Dr.Hamka
Jakarta, 12130

Korespondensi:

Indah Kusumaningrum
Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan, Prodi Gizi, Universitas Muhammadiyah Prof.Dr. Hamka
Jakarta, Jl.Limau 2 No.3 Rt 03/04, Keramat Pelaa, Kebayoran Baru, Jakarta
Selatan, DKI Jakarta, 12130

Telepon/HP: 0877-80643500

Email : Indah_kusumaningrum@uhamka.ac.id

Alamat Email:

NS : tiavizianti@ymail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh fortifikasi kalsium kerabang telur terhadap sifat sensori susu tempe yang dihasilkan. Materi yang digunakan dalam penelitian terdiri atas tempe, gula, vanili dan tepung cangkang telur. Fortifikasi tepung kerabang telur yang di fortifikasikan pada susu tempe yaitu 0% (F0), 5% (F1), 10% (F2), dan 15% (F3). Penentuan *susu tempe cangkang telur* terbaik menggunakan uji hedonik dengan panelis semi terlatih. Analisis data menggunakan uji ANOVA, bila *p-value* < 0,05 dilanjutkan dengan uji *Duncan*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan tepung cangkang telur dalam pembuatan susu tempe terbaik yaitu 10 % tepung cangkang telur. Hasil uji kimia tepung cangkang telur di peroleh kadar air 0.87 %, kadar abu 93.91%, kadar lemak 0,23 %, kadar protein 7.05%, kadar serat kasar 1.09%, kadar nitrogen 1.12% dan kadar kalsium 63.3 gr/100 gr. Formula terbaik adalah *cookies* formula F2 (10%) yang memiliki nilai rata-rata uji hedonik tertinggi yaitu 3,54 Susu tempe lebih tinggi dibandingkan formulasi control yaitu dengan skor sensori 3.14.

Kata kunci: Susu tempe, fortifikasi , kerabang telur, sifat sensori

ABSTRACT

The experiment was conducted to analysis The Effect Of Eggshell Calcium Fortification On Sensoric Properties Of Tempeh Milk. The materials were tempe, sugar, vanili and eggshell calcium. Fortification level of eggcell calcium on making tempe milk was 0% (F0), 5% (F1), 10% (F2), and 15% (F3). Determination of the best eggshell tempeh milk using hedonic test with semi-trained panelists. Data analysis using ANOVA test, if *p-value* <0.05 followed by Duncan test. The results showed that the addition of eggshell flour in making the best tempe milk was 10% eggshell flour. The chemical test results of eggshell flour were obtained with water content of 0.87%, 93.91% ash content, 0.23% fat content, 7.05% protein content, crude fiber content of 1.09%, nitrogen content of 1.12% and calcium content of 63.3 gr / 100 gr. The best formula is F2 formula cookies (10%) which has the highest average hedonic test value of 3.54 Tempe milk is higher than the control formulation with a sensory score of 3.14.

Keywords: Tempe milk, fortification, eggshell, sensory properties

Pendahuluan

Konsumsi telur ayam masyarakat Indonesia meningkat setiap tahunnya. Sementara cangkang telurnya terbuang sebagai limbah. Cangkang telur ayam merupakan bagian dari telur yang terbuang dan belum banyak gunakan sebagai sumber bahan pangan oleh masyarakat.

Cangkang telur memiliki komposisi utama CaCO_3 yang bisa menyebabkan polusi karena aktivitas mikroba di lingkungan ¹⁾. Cangkang telur ayam yang membungkus telur memiliki berat 9-12% dari berat telur total dan mengandung 94% kalsium karbonat, 1% kalium fospat, dan 1% magnesium karbonat ²⁾.

Tempe merupakan produk olahan yang berbahan dasar kedelai. Tempe dibuat dengan cara fermentasi atau peragian dengan menggunakan bantuan kapang golongan *Rhizopus*. Beberapa jenis kapang yang digunakan untuk proses fermentasi diantaranya *Rhizopus oligosporus*, *Rhizopus oryzae*, *Rhizopus stolonifer*, dan beberapa jenis kapang *Rhizopus* lainnya ³⁾. Fermentasi kedelai dalam proses pembuatan bahan pangan sumber protein ini menyebabkan perubahan kimia maupun fisik pada biji kedelai, menjadikan

tempe lebih mudah dicerna oleh tubuh. Tempe merupakan makanan yang kaya akan serat pangan, kalsium, vitamin B, dan zat besi ⁴⁾. Tempe selain sebagai alternatif untuk mencukupi kebutuhan protein, juga memiliki nilai obat seperti antibiotika untuk menyembuhkan infeksi, antioksidan untuk menangkap radikal bebas. Sementara ini tempe dikonsumsi dalam bentuk segar dan olahannya seperti keripik tempe. Cangkang telur dan tempe juga mempunyai kandungan kalsium yang tinggi. Sehingga bahan-bahan ini dapat berpotensi dikembangkan menjadi bahan baku pada pembuatan produk pangan alternative tinggi kalsium.

Metode

Desain, tempat dan Waktu

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan menggunakan faktor tunggal yaitu penambahan tepung cangkang telur 5%, 10% an 15% dari total berat bahan. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang dilaksanakan pada bulan Agustus – Desember 2018. Pengujian analisa kimia dilakukan di laboratorium pusat penelitian sumber daya hayati dan Bioteknologi IPB dan dan pengujian sensori dilakukan di Laboratorium Organoleptik Gizi UHAMKA.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah cangkang telur ayam yang diperoleh dari pedagang kue dan martabak telur di wilayah cakung Jakarta Timur, . Alat-alat yang digunakan dalam pembuatan tepung cangkang telur adalah ember, autoklaf, kain kasa, mesin penggiling (*willey mill*) dan saringan ukuran 100 mess. Bahan-bahan yang digunakan untuk analisis kimia diantaranya ammonium sulfat, NaOH, larutan *bromcresol green* 0,1%, larutan metil merah 0,1%, alkohol 95%, *bromcresol green*, larutan HCl, dan asam sulfat.

Analisis kandungan gizi menggunakan alat uji proksimat. Mengacu pada metode AOAC 1995 ⁶⁾ dan Analisis kandungan kalsium dengan *Atomic Absorbance Spectrophotometer*. Pengujian organoleptik menggunakan kuesioner sensori dan alat saji.

Tahapan Penelitian

Pembuatan tepung cangkang telur dan kalsinasi tepung cangkang telur

Pembuatan Tepung Cangkang adalah sebagai berikut cangkang telur yang di peroleh di bersihkan dari kulit arinya kemudian di cuci hingga bersih. Cangkang telur yang sudah bersih di masak dengan tekanan tinggi (*presto*) suhu 121°C selama 2 jam. Setelah itu dikeringkan pada suhu oven 80°C selama 1 jam. Cangkang telur yang telah kering kemudian dihaluskan dengan menggunakan *diss mill* dan di saring dengan saringan ukuran 100 mess. Tepung cangkang telur yang diperoleh dilakukan proses kalsinasi pada suhu 800 °C selama 9 jam untuk dianalisa kadar kalsiumnya ⁵⁾.

Pembuatan susu tempe dengan penambahan tepung cangkang telur

Tahap selanjutnya memformulasikan tepung cangkang telur kedalam susu tempe dengan mengacu AKG kalsium pada orang dewasa. Pada penelitian ini dilakukan 3 taraf formulasi yaitu Formulasi 1(5%), formulasi 2 (10%) dan formulasi 3 (15%).

Uji Organoleptik

Analisis Pengujian karakteristik sensori dilakukan menggunakan 3 formulasi susu tempe. Pengujian sensori terdiri atas hedonik dan mutu hedonik meliputi atribut warna, aroma, viskositas dan rasa yang menggunakan 30 panelis semi terlatih yang

merupakan mahasiswa gizi UHAMKA dengan menggunakan 5 skor penilaian mutu hedonik. Setelah mendapatkan formulasi terbaik secara sensori maka dilakukan uji kimia.

Uji sifat kimia dari tepung cangkang telur

Kemudian dilakukan analisa kimia untuk tepung cangkang telur mengacu pada metode AOAC (2005) ⁵⁾ meliputi kadar air, kadar abu, protein, lemak, karbohidrat, serat kasar dan analisa kalsium. Analisa kalsium baik tepung cangkang telur atau tepung cangkang telur yang telah di kalsinasi menggunakan metode AAS. Kegiatan analisa kimia dilakukan di laboratorium pusat penelitian sumber daya hayati dan Bioteknologi IPB.

Pengolahan dan analisis data

Pengolahan data sensori dilakukan dengan menggunakan *Microsoft Excel 2007* dan *IBM SPSS 16*. Data hasil kandungan zat gizi produk, dianalisis secara deskriptif berdasarkan nilai rata-rata,.

Hasil

Kandungan gizi tepung cangkang telur dapat dilihat pada table 1 dan kandungan kalsium tepung cangkang telur dan hasil kalsinasi tepung cangkang telur dapat dilihat pada table 2.

Tabel 1. Hasil Analisis Kimia Tepung Cangkang telur

Parameter	Satuan	Hasil analisis
Kadar air	%	0.865
Kadar abu	%	93.91
Kadar lemak	%	0.225
Kadar protein	%	7.05
Kadar serat kasar	%	1.09
Ca	gr/100 gr	63.3
Nitrogen	%	1.12

Tabel 2. Hasil Analisis kalsium pada tahap kalsinasi

Sampel	Satuan	kadar kalsium
Tepung cangkang telur	%	63,3
Kalsinasi tepung cangkang telur	%	40.83

Formulasi susu tempe yang di tambahkan tepung cangkang telur dapat dilihat pada table 3 dibawah ini. Adapun rata-rata daya terima susu tempe yang diformulasikan dengan tepung cangkang telur dapat dilihat pada table 4.

Tabel 3. Formulasi Susu Tempe

Bahan Makanan	Kontrol 0%	Formula 5 %	Formula 2 10 %	Formula 3 15 %
Tempe kacang kedelai (gr)	400	380	360	340
Tepung cangkang telur (mg/ gr)	0	20	40	60
Gula (gr)	39	39	39	39
Air (gr)	300	300	300	300
Jahe (gr)	10	10	10	10
CMC (gr)	8	8	8	8
Vanili bubuk (gr)	1	1	1	1

Berdasarkan analisis statistik Terhadap uji mutu hedonik dan uji hedonik, didapatkan produk yang memiliki nilai paling tinggi atau nilai yang mendekati formula kontrol. Berdasarkan penilaian warna, aroma, rasa dan tekstur maka dilakukan perhitungan skor total yang kemudian diambil rata-ratanya.

Susu tempe yang memiliki nilai paling tinggi berdasarkan nilai mutu dan daya terima panelis adalah susu tempe dengan formula penambahan tepung cangkang telur 10% (F2) . Hasil uji sidik ragam penambahan tepung cangkang telur pada susu tempe dapat memberikan pengaruh yang nyata terhadap mutu rasa susu tempe ($p < 0,05$) namun tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap mutu warna, aroma dan viskositas susu tempe ($p > 0,05$). Hasil uji sidik ragam untuk uji hedonik (kesukaan) penambahan tepung cangkang telur memberikan pengaruh yang nyata terhadap kesukaan viskositas susu tempe ($p < 0,05$) namun tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kesukaan warna, aroma dan rasa susu tempe ($p > 0,05$). Produk susu tempe yang terpilih berdasarkan uji mutu hedonik dan uji hedonik adalah susu tempe dengan formula F2 (10%) memiliki nilai mutu hedonik, yaitu kuning muda, aroma tidak langu, rasa agak manis, dan viskositas agak kental.

Tabel 4. Nilai rata-rata mutu dan kesukaan setiap formulasi

	Formula 0		Formula 1		Formula 2		Formula 3	
Mutu	Mutu Hedonik	Hedonik	Mutu Hedonik	Hedonik	Mutu Hedonik	Hedonik	Mutu Hedonik	Hedonik
Warna	3.4	3.13	2.83	3.5	3.63	3.43	3.3	3.33
Aroma	3.17	3.9	3.13	3.6	3.3	3.73	2.9	3.37
Viskositas	3.2	2.6	2.97	2.8	3.5	3.93	3.07	4.23
Rasa	2.47	3.27	2.67	3.07	3.4	3.4	2.57	3.3
Rata-rata	3.06	3.23	2.9	3.24	3.46	3.62	2.96	3.56
Total rata-Rata	3.1425		3.07		3.54		3.26	

Pembahasan

Analisa kimia tepung cangkang telur di peroleh kadar air tepung cangkang telur sebanyak 0.865 %, kadar abu 93.91%, kadar lemak 0.225 %, kadar protein 7.05% , kadar karbohidrat 1.09 % serta kadar kalsium 63.3 g /100 gr. Kadar air pada tepung cangkang telur dipengaruhi oleh suhu dan waktu pemanasan. Kadar abu merupakan campuran dari komponen organik, air dan unsur mineral (zat anorganik). Kadar abu pada tepung cangkang telur sangat besar yaitu sekitar 93.91 %. Hal ini sesuai dengan

Stadelman MJ dan Cotterill OJ (1995) ⁷⁾ Sebagian besar bahan organik yang terdapat pada cangkang telur terdiri atas persenyawaan kalsium karbonat (CaCO_3) sekitar 98,5 % dan magnesium karbonat (MgCO_3) sekitar 0,85 %. Kadar lemak dan protein pada tepung cangkang telur sangat rendah sekitar 0.23 % dan 7.05 %. Sedangkan kadar kalsium yang terdapat pada tepung cangkang telur sangat tinggi sekitar 63.3 gr/100 gr. Tingginya kadar kalsium dalam cangkang telur karena sebagian besar cangkang telur mengandung mineral berupa pesenyawaan kalsium karbonat (CaCO_3) yaitu sekitar 98,5 % dan magnesium karbonat (MgCO_3) sekitar 0,85 %. Kandungan kalsium (63.3 g /100 g) yang terdapat pada tepung cangkang telur pada penelitian ini masih lebih tinggi jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Ayu Intan et.al (2014) yaitu sebanyak 7.2 g /100 gr ⁸⁾ . tingginya kandungan kalsium yang terdapat pada percobaan dikarenakan metode pembuatan tepung cangkang telur yang berbeda. Pada metode ini dilakukan pemasakan pada suhu 121 °C selama 1 jam, dimana semakin tinggi suhu dan lama waktu pemasakan kalsium yang terekstrak menjadi lebih besar.

Pada tahap kalsinasi diperoleh kadar kalsium tepung cangkang telur yang lebih rendah dibandingkan sebelum di lakukan proses pemanasan pada suhu 800 °C selama 9 jam. Kalsium karbonat (CaCO_3) terdapat pada cangkang telur bila dikalsinasi menghasilkan CaO ⁹⁾ . Proses kalsinasi menghasilkan cangkang telur menghasilkan abu dengan warna putih dan tekstur yang halus ⁹⁾ . Proses kalsinasi berdampak pada perubahan sifat-sifat fisis berupa luas permukaan spesifik, diameter pori, dan volume pori sehingga meningkatkan luas permukaan spesifik dari 1,842 m²/g menjadi 16,244 m²/g (sekitar 8,8 kali dari luas permukaan awal) sehingga berpengaruh terhadap kelarutannya ¹⁰⁾ .

Rendemen yang dihasilkan sebanyak dari tepung cangkang telur adalah 75%, dari 100 gram cangkang telur dihasilkan tepung cangkang telur dengan ukuran 100 mesh sebanyak 75 gram. Hasil analisa kalsium dari cangkang telur diperoleh sebesar 63.3 gr/100gr dan dari hasil proses kalsinasi diperoleh kalsium sebanyak 40.30 % (suhu 800 °C selama 9 jam). Nilai tersebut lebih rendah dari percobaan yang dilakukan oleh Muhammad Nazar et.al suhu kalsinasi 900 °C selama 6 jam menghasilkan kalsium dengan kadar 58.89 % ⁹⁾ . Sehingga hal ini dapat di tarik kesimpulan bahwa semakin tinggi suhu dan waktu pemanasan akan menghasilkan kalsium dengan kadar yang tinggi. Dan suhu kalsinasi diatas 700 °C akan menghasilkan abu kalsium yang mudah larut.

Susu tempe yang disukai secara hedonic dan mutu hedonic adalah susu tempe formulasi 2 dengan penambahan tepung cangkang telur 10% dengan skor sensori 3,54 dan ini lebih besar jika dibanding dengan control yang skornya 3,14.

Kesimpulan

Tepung cangkang telur mempunyai kadar air sebanyak 0.865 %, kadar abu 93.91%, kadar lemak 0.225 %, kadar protein 7.05% , kadar karbohidrat 1.09 % serta kadar kalsium 63.300 mg/100 gr.

Formulasi terbaik dari ketiga formula susu tempe dengan dengan penambahan tepung cangkang telur yaitu formulasi 2 (10%) dengan skor sensori 3,54. Susu tempe terbaik memiliki kandungan protein 43 %, lemak 21 % , karbohidrat 51 %, energi 292 kkal dan kalsium 8626 mg/gram.

Tepung cangkang telur sangat potensial sekali dimanfaatkan sebagai bahan baku sumber kalsium dalam pangan. Aplikasi pemanfaatan tepung cangkang telur sangat cocok dalam produk berbentuk padat. Sedangkan untuk produk berbentuk cair tepung cangkang telur perlu di kalsinasi hingga berbentuk abu. Sehingga mudah larut dalam cairan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPM Universitas Muhamadiyah Prof.Dr.Hamka Jakarta yang telah membiayai penelitian ini.

Daftar Pustaka

- 1 Wenny Ayu Rahmawati Dan Fithri Choirun Nisa . 2015. Wenny Ayu Rahmawati, Fithri Choirun Nisa. 2015. "Fortifikasi Kalsium Cangkang Telur Pada Pembuatan Cookies (Kajian Kosentrasi Tepung Cangkang Telur Dan Baking Powder). Jurnal Pangan Dan Agroindustri Vol. 3 (3): 1050- 1061. 2015
- 2 Wisnu Hadi Saputra. 2005. Sifat Fisik Dan Organoleptik Minuman Instan Madu Bubuk Dengan Penambahan Efek Effervescent Dari Tepung Kerabang Telur. Skripsi Program Studi Teknologi Hasil Ternak Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor. 2005.
3. PUSIDO. *Tempe : Persembahan Indonesia Untuk Dunia*, Jakarta: Badan Standardisasi Nasional. 2012.
4. Cahyadi, W. *Kedelai : Khasiat Dan Teknologi*. Jakarta : Bumi Aksara. 2007
5. Adak, M.D. dan K. M. Purohit. Synthesis of nano-Crystalline hydroxyapatite from dead Snail Shells for biological implantation. Trends Biomater. Artif. Organs, 25 :101-106. 2011
- 6 AOAC. *Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemist*. Association of Official Analytical Chemist, Washington D. C. 2005
- 7 Stadelman MJ dan Cotterill OJ. *Egg Science and Technology*. Connecticut: The AVI Publishing Inc. 1995.
- 8 Ayu Intan Safitri , Nurul Muslihah dan Sri Winarsih. Kajian Penambahan Tepung Cangkang Telur Ayam Ras Terhadap Kadar Kalsium, Viskositas, dan Mutu Organoleptik Susu Kedelai. Majalah Kesehatan FKUB. Volume 1 Nomer 3, September 2014.
- 9 Muhammad Nazar, Syahril, Cut Lina Keumala Sari. Pembuatan Cao Dari Cangkang Telur Sebagai Katalis Untuk Konversi Minyak Kelapa Menjadi Biodiesel, Proseding Seminar Nasional Dan Pendidikan Sains. UNSYIAH. Aceh. 2013.
- 10 Haryono, Christi Liamita Natanael, Rukiah, Yati B. Yulianti. Kalsium Oksida Mikropartikel Dari Cangkang Telur Sebagai Katalis Pada Sintesis Biodiesel Dari Minyak Goreng Bekas. Jurnal Material Dan Energi Indonesia Vol. 08, No. 01 (2018) 8 – 15