

**PENETAPAN KADAR KALSIMUM KERIPIK TEMPE DENGAN
PENAMBAHAN TEPUNG CANGKANG TELUR
AYAM METODE SPEKTROFOTOMETRI
SERAPAN ATOM (SSA)**

KARYA TULIS ILMIAH

Untuk memenuhi sebagian persyaratan sebagai
Ahli Madya Analis Kesehatan



Oleh :

**Utari Biyah Sukirno
33152835J**

**PROGRAM STUDI D-III ANALIS KESEHATAN
FAKULTAS ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS SETIA BUDI
SURAKARTA
2018**

LEMBAR PERSETUJUAN

KARYA TULIS ILMIAH :

**PENETAPAN KADAR KALSIMUM KERIPIK TEMPE DENGAN
PENAMBAHAN TEPUNG CANGKANG TELUR
AYAM METODE SPEKTROFOTOMETRI
SERAPAN ATOM (SSA)**

Oleh :

**Utari Biyah Sukirno
33152835J**

Surakarta, 26 April 2018

Menyetujui Untuk Ujian Sidang KTI
Pembimbing



D. Andang Arif Wibawa, S.P., M.Si.
NIS. 01199308181036

LEMBAR PENGESAHAN




Karya Tulis Ilmiah :

PENETAPAN KADAR KALSIMUM KERIPIK TEMPE DENGAN PENAMBAHAN TEPUNG CANGKANG TELUR AYAM METODE SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM (SSA)

Oleh :

Utari Biyah Sukirno
33152835J

Telah Dipertahankan di Depan Tim Penguji
pada Tanggal 11 Mei 2018

Nama	Tanda Tangan
Penguji I : Dra. Nur Hidayati, M. Pd.	
Penguji II : Dian Kresnadipayana, S.Si., M.Si.	
Penguji III : D. Andang Arif Wibawa, S.P., M.Si.	

Mengetahui,

Dekan Fakultas Ilmu Kesehatan
Universitas Setia Budi



Prof. dr. Marsetyawan HNE S, M.Sc., Ph D.
NIDN. 0029094802

Ketua Program Studi
D-III Analis Kesehatan



Dra. Nur Hidayati, M.Pd.
NIS. 01198909202067

MOTTO

Bersyukur, berdoa dan bersabar karena rencana Allah jauh lebih baik dibandingkan rencana manusia.

Karya Tulis ini dipersembahkan kepada :

1. Allah SWT
2. Orang tua dan keluarga

KATA PENGANTAR

Penulis panjatkan puji dan syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya yang telah dilimpahkan sehingga Karya Tulis Ilmiah dengan judul **“Penetapan Kadar Kalsium Keripik Tempe Dengan Penambahan Tepung Cangkang Telur Ayam Metode Spektrofotometri Serapan Atom”** ini dapat diselesaikan. Penulisan Karya Tulis Ilmiah dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Ahli Madya Analis Kesehatan pada Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Setia Budi Surakarta.

Penyusunan karya ilmiah ini tidak lepas dari doa, bimbingan dan saran dari semua pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Djoni Tarigan, MBA., selaku Rektor Universitas Setia Budi Surakarta.
2. Prof. dr. Marsetyawan HNE S, M.Sc., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Setia Budi Surakarta.
3. Dra. Nur Hidayati, M.Pd., selaku Ketua Program Studi D-III Analis Kesehatan Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Setia Budi Surakarta.
4. D. Andang Arif Wibawa, S.P., M.Si., selaku pembimbing Karya Tulis Ilmiah.
5. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Setia Budi Surakarta yang telah memberikan ilmu pengetahuan.
6. Bapak dan Ibu penguji yang telah meluangkan waktu menguji Karya Tulis Ilmiah penulis.
7. Keluarga tercinta yang selalu memberikan semangat dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini.
8. Sahabat-sahabat penulis (Juliana, Refi, Nazela, Ilham, Endah, Riska) yang telah membantu dan memberikan semangat.

Penulis menyadari bahwa Karya Tulis Ilmiah ini masih banyak kekurangan baik isi maupun tulisan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran yang membangun untuk menyempurnakan Karya Tulis Ilmiah ini. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi penulis, institusi maupun pembaca.

Surakarta, April 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
MOTTO	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
INTISARI	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Telur Ayam	4
2.1.1 Pengertian Telur	4
2.1.2 Bagian-bagian Telur	4
2.2 Kedelai	6
2.2.1 Pengertian Kedelai	6
2.2.2 Kandungan Nilai Gizi Kedelai	6
2.3 Tempe	7
2.3.1 Pengertian Tempe	7
2.3.2 Kandungan Nilai Gizi Tempe	8
2.4 Keripik Tempe	8
2.4.1 Pengertian Keripik Tempe	8
2.5 Kalsium	8
2.5.1 Pengertian Kalsium	8
2.5.2 Absorpsi dan Ekskresi Kalsium	9

2.5.3 Fungsi Kalsium	10
2.5.4 Angka Kecukupan Gizi	12
2.5.5 Kekurangan Kalsium.....	13
2.5.6 Kelebihan Kalsium.....	13
2.6 Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).....	14
2.6.1 Pengertian Spektrofotometri Serapan Atom	14
2.6.2 Prinsip Spektrofotometri Serapan Atom	14
2.6.3 Instrumentasi.....	15
2.6.4 Gangguan-gangguan Spektrofotometri	18
2.7 Kelebihan dan Kekurangan Metode Spektrofotometri Serapan Atom	19
2.7.1 Kelebihan Metode Spektrofotometri Serapan Atom	19
2.7.2 Kekurangan Metode Spektrofotometri Serapan Atom.....	19
BAB III METODE PENELITIAN	20
3.1 Waktu dan Tempat.....	20
3.1.1 Waktu Penelitian.....	20
3.1.2 Tempat Penelitian	20
3.2 Alat dan Bahan	20
3.2.1 Alat Penelitian	20
3.2.2 Bahan Penelitian	20
3.3 Variabel Penelitian	21
3.3.1 Variabel Bebas	21
3.3.2 Variabel Terikat.....	21
3.4 Prosedur Penelitian	21
3.4.1 Cara Pembuatan Tepung Cangkang Telur Ayam.....	21
3.4.2 Cara Pembuatan Keripik Tempe Tanpa Penambahan Tepung Cangkang Telur Ayam.....	21
3.4.3 Cara Pembuatan Keripik Tempe dengan Penambahan Tepung Cangkang Telur Ayam.....	22
3.4.4 Cara Destruksi Sampel Cangkang Telur Ayam.....	22
3.4.5 Cara Destruksi Sampel Keripik Tempe	23
3.4.6 Prosedur Penentuan Kurva Baku Kalibrasi Standar.....	23

3.4.7	Prosedur Penggunaan Spektrofotometer Serapan Atom	24
3.4.8	Uji Organoleptik	24
3.5	Analisis Data	25
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1	Hasil Penelitian	26
4.2	Pembahasan	29
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	33
5.1	Kesimpulan.....	33
5.2	Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA	P-1
LAMPIRAN	L-1

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Kurva kalibrasi standar Kalsium.....	26
Gambar 2. Grafik kadar kalsium cangkang telur, keripik tempe tanpa dan dengan penambahan tepung cangkang telur ayam	27
Gambar 3. Grafik Hasil Uji Organoleptik.....	28

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Angka Kebutuhan Kalsium Yang Dianjurkan.....	12
Tabel 2. Nilai Absorbansi Kalibrasi Standar Kalsium.....	26
Tabel 3. Hasil absorbansi dan kadar kalsium pada sampel tepung cangkang telur ayam, keripik tempe tanpa dan dengan penambahan tepung cangkang telur ayam	27
Tabel 4. Hasil Uji Organoleptik pada Sampel Keripik Tempe Tanpa dan dengan Penambahan Tepung Cangkang Telur Ayam	28

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Penimbangan Sampel.....	L-1
Lampiran 2. Cara Membuat Larutan HNO ₃ 10%.....	L-2
Lampiran 3. Perhitungan Larutan Seri Standar Kalsium.....	L-3
Lampiran 4. Perhitungan Absorbansi Larutan Baku Untuk Memperoleh C _{regresi}	L-5
Lampiran 5. Perhitungan Kadar Kalsium Pada Sampel Dari Hasil C _{regresi}	L-8
Lampiran 6. Hasil Uji Organoleptik Keripik Tempe Tanpa Penambahan Tepung Cangkang Telur Ayam.	L-11
Lampiran 7. Hasil Uji Organoleptik Keripik Tempe Dengan Penambahan Tepung Cangkang Telur Ayam.	L-12
Lampiran 8. Data Pembuatan Keripik Tempe	L-13
Lampiran 9. Dokumentasi Pembuatan Keripik Tempe dan Preparasi Sampel .	L-14

INTISARI

Utari B. S. 2018. *Penetapan Kadar Kalsium Keripik Tempe Dengan Penambahan Tepung Cangkang Telur Ayam Metode Spektrofotometri Serapan Atom*. Program Studi D-III Analisis Kesehatan, Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Setia Budi.

Kalsium merupakan salah satu mineral yang dibutuhkan oleh tubuh untuk pertumbuhan serta perkembangan gigi dan tulang, pembekuan darah dan kontraksi otot. Kalsium dalam cangkang telur cukup tinggi, maka pembuatan keripik tempe dengan penambahan tepung cangkang telur ayam diharapkan menambah kalsium dalam keripik tempe. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah kadar kalsium pada keripik tempe tanpa dan dengan penambahan tepung cangkang telur ayam.

Penetapan kadar kalsium keripik tempe dengan proses destruksi pengabuan basah. Keripik tempe dihaluskan lalu diabukan menggunakan HNO_3 pekat dan HNO_3 10% untuk mendapatkan kalsiumnya. Penetapan kadar kalsium dilakukan dengan menggunakan metode spektrofotometri serapan atom. Keripik tempe tanpa dan dengan penambahan tepung cangkang telur ayam dilakukan uji organoleptik pada 20 panelis tidak terlatih.

Hasil penelitian menunjukkan kadar kalsium dalam keripik tempe tanpa penambahan tepung cangkang telur ayam 1.965,56 mg/kg dan keripik tempe dengan penambahan tepung cangkang telur ayam 2.561,76 mg/kg. Hasil uji organoleptik menunjukkan responden lebih menyukai keripik tempe dengan penambahan tepung cangkang telur ayam dalam hal bau, rasa dan tingkat kerenyahan.

Kata kunci : kalsium, keripik tempe, tepung cangkang telur ayam

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Kalsium merupakan mineral yang dibutuhkan oleh tubuh manusia paling banyak. Kalsium di dalam tubuh berperan untuk pertumbuhan serta perkembangan gigi dan tulang, pembekuan darah dan kontraksi otot (Almaitser, 2010).

Kebutuhan kalsium pada remaja berpengaruh bagi pertumbuhan tubuh, karena tulang pada anak-anak dan remaja yang kekurangan kalsium dapat menderita osteoporosis pada usia tua. Kalsium adalah mineral yang sangat penting bagi manusia sebagai metabolisme tubuh dan pergerakan otot. Kecukupan asupan kalsium sangat penting untuk mencapai massa tulang puncak optimal (*optimal peak bone mass*) dan mengurangi laju kehilangan tulang karena bertambahnya usia (Agustiani, 2011). Kekurangan atau kelebihan konsumsi kalsium dapat menyebabkan metabolisme di dalam tubuh abnormal. Defisiensi atau kekurangan kalsium dapat mengakibatkan osteoporosis dan osteomalasia, sedangkan kelebihan kalsium dapat menimbulkan hiperkalsemia (Hardinsyah dan Supriasa, 2017).

Produksi telur unggas di Indonesia meningkat pada setiap tahun. Pada tahun 2015 produksi telur di Indonesia mencapai 1.795.571 ton. Sebesar 10% bagian telur merupakan cangkang telur, sehingga dalam satu tahun di Indonesia terdapat cangkang telur mencapai 179.571 ton (Yonata, *et al.*, 2017). Cangkang telur ayam yang membungkus telur memiliki berat 9-12% dari berat telur total yang mengandung 94% kalsium karbonat, 1%

kalsium fosfat dan 1% magnesium karbonat. Kalsium dari cangkang telur berfungsi untuk meningkatkan densitas mineral tulang pada penderita osteoporosis (Rahmawati dan Nisa, 2015).

Sumber kalsium yang lain adalah susu, keju, ikan, kacang-kacangan dan hasil olahannya seperti tahu dan tempe (Rahmadani, 2011). Tempe merupakan produk olahan kedelai hasil fermentasi kapang *Rhizopus sp* yang mengandung banyak protein, vitamin dan mineral (Nita, 2010). Kesegaran tempe hanya berlangsung 1-2 hari, lewat masa itu kapang tempe akan mati dan tumbuh bakteri perombak protein yang mengakibatkan tempe cepat busuk. Hal ini menunjukkan alasan pembuatan keripik tempe untuk menambah daya tahan simpan. Umumnya keripik tempe dapat disimpan selama 8 minggu atau 2 bulan (Nifah, 2015).

Cangkang telur ayam yang tidak dipakai dimanfaatkan sebagai tepung untuk bahan tambahan pembuatan keripik tempe. Penambahan cangkang telur ayam dalam pembuatan keripik tempe diharapkan dapat meningkatkan gizi, sehingga keripik tempe mengandung kalsium lebih tinggi untuk membantu memenuhi kebutuhan kalsium tubuh.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini, yaitu :

- a. Berapa kadar kalsium keripik tempe tanpa dan dengan penambahan tepung cangkang telur ayam?
- b. Apakah masyarakat menyukai inovasi penambahan tepung cangkang telur ayam ke dalam keripik tempe?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini antara lain :

- a. Mengetahui kadar kalsium dalam keripik tempe tanpa dan dengan penambahan tepung cangkang telur ayam.
- b. Mengetahui respon masyarakat terhadap keripik tempe dengan penambahan tepung cangkang telur ayam.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian terhadap kadar kalsium pada keripik tempe berbahan cangkang telur ayam antara lain :

- a. Penelitian ini diharapkan dapat membantu masyarakat dalam memenuhi kebutuhan kalsium setiap hari.
- b. Meningkatkan pemanfaatan cangkang telur ayam yang tidak dipakai.
- c. Penelitian ini diharapkan menjadi tambahan ilmu pengetahuan dalam bidang pangan.
- d. Penelitian ini dapat digunakan untuk referensi penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Telur Ayam

2.1.1 Pengertian Telur

Telur merupakan salah satu sumber protein hewani yang memiliki rasa lezat dan bergizi tinggi dengan harga yang relatif murah. Telur dapat dimanfaatkan sebagai lauk, bahan pencampur berbagai makanan, tepung telur dan lain-lain (Nurrahmawati, 2011). Umumnya komponen utama telur terdiri dari air, protein, lemak, karbohidrat, vitamin dan mineral (Usman, 2015).

2.1.2 Bagian-bagian Telur

Telur tersusun dari tiga bagian yaitu bagian kulit telur 8-11%, putih telur 57-65% dan kuning telur 27-32% (Koswara, 2009). Bagian-bagian telur sebagai berikut :

a. Putih telur

Putih telur menyusun kira-kira 60% dari berat total telur. Putih telur berwarna sedikit kehijauan yang disebabkan oleh vitamin B₂ (*riboflavin*). Komponen utama putih telur adalah protein yang sebagian besar tersusun oleh air, sedangkan komponen lain berupa karbohidrat dan mineral (Usman, 2015).

b. Kuning telur (*yolk*)

Kuning telur menyusun 30-33% dari berat telur. Kuning telur hampir berbentuk bulat, berwarna kuning sampai jingga tua terletak di bagian tengah putih telur. Kuning telur terdiri dari *latreba*, *germinaldisc*

(bintik pusat), lapisan konsentris terang dan gelap, membran *vitelin* yang membungkus kuning telur bersifat elastis, halus dan berkilau (Usman, 2015).

c. Membran kerabang telur (*membran shell*)

Membran kerabang telur merupakan lapisan tipis diantara kulit luar dan isi telur yang terdiri dari serabut-serabut protein yang membentuk membran semipermeabel. Membran ini tersusun dari protein yang berbentuk serat dan berikatan dengan keratin, tetapi juga terdapat kolagen yang mengandung *hidroksiprolin*, *hidroksilisin* dan *elastin* (Usman, 2015).

d. Kerabang telur (*Egg shell*)

Kerabang telur merupakan bagian teluar dari lapisan telur yang keras setebal 0,2–0,4 mm dan mengandung kalsium karbonat, berfungsi untuk melindungi bagian dalam telur. Pada kulit telur memiliki pori-pori untuk udara. Warna bervariasi dari putih sampai kecoklatan tergantung dari jenis unggas, perbedaan warna tidak mempengaruhi kualitas telur (Usman, 2015). Kerabang telur (cangkang telur) ayam yang membungkus telur memiliki berat 9-12% dari berat telur total dan mengandung 94% kalsium karbonat, 1% kalsium fosfat dan 1% magnesium karbonat. Cangkang telur terdiri dari 4 lapisan yang berbeda dapat digambarkan sebagai struktur terorganisasi dengan baik, yaitu lapisan membran, lapisan *mamillary*, lapisan busa dan lapisan kurtikula (Rahmawati dan Nisa, 2015).

2.2 Kedelai

2.2.1 Pengertian Kedelai

Kedelai merupakan sumber makanan yang mengandung protein nabati yang termasuk dalam famili leguminosae (kacang-kacangan), klasifikasi lengkap sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Sub-divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Ordo	: Polypetales
Famili	: Leguminosae
Sub famili	: Papilionoidae
Genus	: Glycine
Species	: <i>Glycine max (L) Merrill</i> (Nita, 2010).

Kedelai termasuk tanaman berbatang semak yang dapat mencapai ketinggian 30-100 cm, memiliki batang beruas-ruas 3-6 cabang. Ciri-ciri daun kedelai yaitu helai daun oval dengan ujung runcing dan berdaun tiga. Buah kedelai disebut juga buah polong. Buah polong yang sudah tua akan berwarna coklat, coklat tua, coklat muda, coklat kekuning-kuningan, coklat keputihan dan kehitaman. Biji kedelai umumnya bulat sampai bulat lonjong. Warna kulit biji bervariasi antara kuning, hijau, coklat dan hitam. Ukuran biji \pm 6-30 g/100 biji (Nugraheni, 2016).

2.2.2 Kandungan Nilai Gizi Kedelai

Kedelai mengandung protein rata-rata 35%, karbohidrat \pm 35%, namun kandungan karbohidrat tersebut hanya 12-14% yang dapat diserap

oleh tubuh. Secara umum kedelai merupakan sumber vitamin B, karena mengandung vitamin tiamin, riboflavin, niasin, piridoksin dan golongan vitamin B lainnya. Vitamin lain yang terkandung dalam kedelai yaitu vitamin E dan K. Kedelai banyak mengandung kalsium dan fosfor, sedangkan besi hanya dalam jumlah yang sedikit (Nugraheni, 2016). Hasil olahan kedelai bermacam-macam seperti tempe, keripik tempe, tahu, kecap dan lain-lain (Nita, 2010).

2.3 Tempe

2.3.1 Pengertian Tempe

Tempe merupakan makanan tradisional hasil fermentasi kedelai oleh kapang jenis *Rhizopus sp* (Rahmadani, 2011). Sifat-sifat tempe yaitu memiliki lemak jenuh yang rendah, vitamin B₁₂ yang tinggi dan kapang tumbuh pada kedelai sehingga menghidrolisis senyawa-senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana yang mudah dicerna oleh tubuh (Nugraheni, 2016).

Proses pembuatan tempe secara umum adalah sortirasi, perendaman, perebusan, perendaman kedua, pengupasan kulit, pencucian, pengukusan, penirisan, inokulasi, pengemasan dan inkubasi (Salim, 2012). Kedelai dibersihkan dari kotoran yang tidak diinginkan, lalu dicuci dengan air sampai bersih dan direbus selama 30 menit. Kedelai rebus dihilangkan dari kulitnya. Biji kedelai selanjutnya direndam dengan air selama 24 jam. Kedelai direbus kembali selama 1 jam lalu ditambah kapang tempe *Rhizopus sp*. Biji kedelai diaduk rata dan dibungkus dengan

daun pisang atau plastik, kemudian difermentasi pada suhu kamar selama 40-48 jam (Nugraheni, 2016).

2.3.2 Kandungan Nilai Gizi Tempe

Kandungan gizi di dalam tempe rata-rata adalah air 64%, protein 18,3%, lemak 4%, karbohidrat 12,7%, kalsium 129 mg/100g, fosfor 154 mg/100g dan zat besi 10 mg/100g (Nugraheni, 2016).

2.4 Keripik Tempe

2.4.1 Pengertian Keripik Tempe

Keripik tempe merupakan hasil inovasi dari olahan tempe. Keripik tempe merupakan tempe yang digoreng sampai kering, lalu disimpan ke dalam kemasan kering dan bersih (Nita, 2010). Tempe yang telah jadi dipotong tipis-tipis, kemudian direndam dengan adonan keripik tempe. Tepung berfungsi untuk memperkuat tempe yang sangat tipis dan untuk melekatkan bumbu. Tepung beras berperan agar tempe keras dan kaku. Tempe selanjutnya digoreng dengan minyak sampai didapatkan hasil yang kering. Hasil penggorengan ini disebut keripik tempe (Nita, 2010).

2.5 Kalsium

2.5.1 Pengertian Kalsium

Kalsium merupakan mineral paling banyak dalam tubuh sekitar 99% di dalam jaringan keras yaitu tulang dan gigi. Kalsium tulang berada dalam keadaan seimbang dengan kalsium plasma pada konsentrasi \pm 9-10,4 mg/100ml. Densitas tulang berbeda menurut umur, akan meningkat pada saat lahir dan menurun setelah dewasa (Almatsier, 2010). Makanan yang

mengandung sumber kalsium terdapat dalam susu, keju, roti, ikan, kacang-kacangan dan hasil olahannya berupa tempe dan tahu (Hardinsyah dan Supariasa, 2010).

2.5.2 Absorpsi dan Ekskresi Kalsium

Menurut Winarno (1997) mengatakan bahwa penyerapan kalsium bervariasi tergantung umur dan kondisi tubuh. Pada usia pertumbuhan, \pm 50-70% kalsium diserap, tetapi usia dewasa hanya \pm 10-40% yang diserap. Kalsium pada keadaan normal dikonsumsi dan diabsorpsi sebanyak 30-50%. Kemampuan mengabsorpsi meningkat pada masa pertumbuhan dan menurun saat penuaan. Kemampuan mengabsorpsi laki-laki lebih tinggi dibandingkan perempuan pada semua golongan usia. Absorpsi berada di dalam usus halus pada bagian *duodenum*. Kalsium di dalam tubuh larut pada pH 6, karena absorpsi paling baik dalam keadaan asam yang dikeluarkan oleh lambung, sehingga dapat membantu proses absorpsi dengan menurunkan pH di bagian atas *duodenum* (Almaitser, 2010).

Kalsium yang telah diabsorpsi akan diedarkan keseluruh tubuh melalui darah dan dilepas dalam cairan tubuh yang memenuhi jaringan tubuh. Cairan dari ekstraseluler kalsium akan diambil oleh sel-sel untuk berfungsi normal dalam pertumbuhan. Darah yang telah disaring oleh ginjal sebanyak 99% kalsium akan direabsorpsi ke dalam darah, 1% sisanya (\pm 100-200 mg) akan dibuang melalui urine. Kalsium akan dilepaskan ke dalam lambung maupun usus. Kalsium sebagian besar diabsorpsi kembali, namun sebagian keluar bersama feses \pm 100-150 mg/hari tanpa memperhatikan berapapun masukan kalsium yang diterima (Yuniritha dan Sulistyowati, 2015).

2.5.3 Fungsi Kalsium

Kalsium memiliki beberapa fungsi, sebagai berikut :

a. Pembentukan tulang

Kalsium di dalam tulang mempunyai dua fungsi, yaitu sebagai bagian integral dari struktur tulang dan sebagai tempat penyimpanan kalsium. Proses pembentukan tulang dimulai saat pembentukan janin dengan membentuk matriks yang kuat, namun masih lunak dan lentur sebagai bakal calon tulang. Matriks merupakan sepertiga bagian dari tulang terdiri dari serabut kolagen yang diselubungi oleh bahan gelatin. Pembentukan matriks mulai menjadi kuat dan mengeras setelah lahir melalui proses kalsifikasi yaitu terbentuknya kristal mineral yang mengandung senyawa kalsium (Rahmadani, 2011). Kristal ini terdiri dari kalsium fosfat atau kombinasi antara kalsium fosfat dan kalsium hidroksida yang dinamakan *hidroksiapatit*. Kalsium dan fosfor merupakan mineral utama dalam ikatan ini, keduanya harus dalam jumlah yang cukup di dalam cairan yang mengelilingi matriks tulang. Batang tulang merupakan bagian keras matriks yang mengandung kalsium fosfat, magnesium seng, natrium karbonat dan flour disamping *hidroksiapatit* (Almaitser, 2010).

Masa pertumbuhan saat proses kalsifikasi tulang berlangsung terus menerus dengan cepat, sehingga pada saat anak siap berjalan tulang sudah kuat untuk menyangga berat tubuh. Pada ujung tulang terdapat bagian berpori yang disebut *trabekula*, yaitu tempat suplai kalsium untuk mempertahankan konsentrasi kalsium normal dalam darah. Tulang selalu mengalami perubahan dalam bentuk maupun

kepadatan tulang sesuai dengan umur dan perubahan berat badan (Rahmadani, 2011).

b. Pembentukan gigi

Mineral yang membentuk dentin dan email adalah mineral yang sama dengan tulang, namun kristal di dalam gigi lebih padat dan kadar air lebih rendah. Protein dalam email gigi berupa keratin sedangkan dalam dentin adalah kolagen. Berbeda dengan tulang, gigi lebih sedikit mengalami perubahan setelah muncul di dalam rongga mulut. Pertukaran antara kalsium gigi dan kalsium tubuh berlangsung lambat dan terbatas pada kalsium yang terdapat dalam lapisan dentin. Kalsium hanya sedikit mengalami pertukaran antara saliva dan email gigi. Kerusakan kalsium pada massa pembentukan gigi akan menyebabkan gigi mudah rusak (Muchtadi, 2009).

c. Pertumbuhan

Kalsium diperlukan untuk pertumbuhan dalam pembentukan tulang dan gigi. Kalsium dalam jumlah kecil berfungsi sebagai pendukung sel dalam tubuh. Pada masa pertumbuhan ukuran tulang, kebutuhan dan kandungan kalsium akan meningkat. Pertumbuhan setelah terhenti masih terdapat kemungkinan fase dimana penambahan tulang dan kalsium (puncak penambahan massa tulang atau *peak bone mass*) bersama akan tetap bertambah sampai usia 30 tahun. *Peak bone mass* setelah tercapai akan terjadi penurunan jumlah tulang, sehingga akan terjadi ketidakseimbangan antara reabsorpsi dan pembentukan tulang (Garrow dan James, 1993).

d. Pembekuan darah

Saat terjadi luka, ion kalsium dalam darah akan merangsang pembebasan *fosfolipida tromboplastin* dari platelet darah yang terluka. Tromboplastin akan mengkatalisis perubahan *protombin* dalam darah normal menjadi *thrombin* sehingga membantu proses perubahan *fibrinogen* menjadi *fibrin* yang akan membentuk gumpalan darah (Almaitser, 2010).

e. Kontraksi otot

Pada waktu otot berkontraksi, kalsium berperan dalam interaksi protein di dalam otot. Protein tersebut berupa aktin dan miosin. Bila kalsium dalam darah kurang dari normal, otot tidak dapat mengendur setelah berkontraksi. Tubuh akan terasa kaku sehingga terjadi kejang (Almaitser, 2010)

2.5.4 Angka Kecukupan Gizi

Tulang setiap individu memiliki kebutuhan kalsium berbeda dalam melakukan aktivitas sehari-hari. Kebutuhan kalsium dalam tubuh bervariasi sesuai umur dan kebutuhan khusus. Angka kecukupan kalsium pada tubuh manusia rata-rata perhari orang Indonesia, sebagai berikut :

Tabel 1. Angka Kebutuhan Kalsium Yang Dianjurkan

Golongan umur	Kebutuhan Kalsium (mg/hari)
0-6 bulan	200
7-11 bulan	400
1-6 tahun	500
7-9 tahun	600
10-18 tahun	1000
19-49 tahun	800
50-64 tahun	1000
Ibu hamil dan menyusui	>150

(Sumber : Almaitser, 2010).

2.5.5 Kekurangan Kalsium

Kekurangan kalsium pada masa pertumbuhan dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan, tulang kurang kuat, mudah rapuh dan *osteoporosis*. Osteoporosis merupakan penurunan massa tulang akibat absorpsi kalsium yang kurang baik, kurangnya jumlah kalsium makanan dalam waktu yang lama, keluarnya kalsium dari tulang dan masuknya kalsium ke dalam matriks tulang. Penyakit ini lebih banyak ditemukan pada wanita dibandingkan laki-laki (Yuniritha dan Sulistyowati, 2015). Kekurangan kalsium juga dapat menyebabkan *osteomalasia* yaitu kondisi penurunan kualitas tulang. *Osteomalasia* disebabkan karena kekurangan cadangan mineral kalsium akibat kehamilan dan menyusui dalam waktu yang lama. Penyakit ini berhubungan dengan adanya fosfor namun lebih dipengaruhi oleh kadar kalsium di dalam darah yang rendah (Hardinsyah dan Supariasa, 2017).

2.5.6 Kelebihan Kalsium

Kalsium yang dikonsumsi tidak boleh lebih dari 2500 mg/hari, karena kelebihan kalsium dapat menyebabkan timbulnya batu ginjal atau gangguan ginjal dan konstipasi. Kelebihan kalsium biasanya karena mengkonsumsi obat-obatan penambah kalsium yang berlebihan (Yuniritha dan Sulistyowati, 2015). Kelebihan kalsium dapat menimbulkan hiperkalsemia dengan jumlah kadar kalsium dalam darah yang sangat tinggi. Hiperkalsemia dapat ditanggulangi dengan mengurangi asupan makanan yang mengandung vitamin D dibandingkan menurunkan jumlah kalsium dalam makanan (Hardinsyah dan Supariasa, 2017).

2.6 Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

2.6.1 Pengertian Spektrofotometri Serapan Atom

Metode ini merupakan metode untuk analisis kuantitatif unsur-unsur logam yang sering digunakan karena relatif sederhana, selektif dan sensitif dalam mengukur sampel logam dengan kadar yang sangat kecil. Spektrofotometer serapan atom didasarkan oleh penyerapan energi sinar oleh atom-atom netral dan sinar yang diserap (Winarna, *et al.*, 2015).

2.6.2 Prinsip Spektrofotometri Serapan Atom

Spektrofotometri serapan atom berdasarkan absorpsi cahaya oleh atom. Atom akan menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu tergantung sifat unsurnya. Cahaya pada panjang gelombang ini memiliki tingkat elektrolit suatu atom, dimana transisi suatu atom bersifat spesifik (Winarna, *et al.*, 2015).

Sumber cahaya pada spektrofotometer serapan atom adalah lampu katoda berasal dari elemen yang diukur, lalu dilewatkan ke dalam nyala api berisi sampel yang telah teratomisasi. Radiasi tersebut akan diteruskan ke detektor melalui monokromator. Chopper berfungsi untuk membedakan radiasi yang berasal dari sumber radiasi dan radiasi dari nyala api. Detektor akan menolak arah searah arus (DC) dari emisi nyala, karena detektor hanya mengukur arus bolak-balik dari sumber radiasi (Aprilia, 2015).

Atom dari unsur pada keadaan dasar akan terkena radiasi sehingga atom menyerap energi dan mengakibatkan elektron pada kulit terluar akan tereksitasi (naik ke tingkat yang lebih tinggi). Atom yang diberi energi akan mempercepat gerakan elektron tersebut, sehingga akan tereksitasi ke tingkat energi yang lebih tinggi dan dapat kembali dalam keadaan semula.

Atom-atom dalam sampel akan menyerap sebagian sinar yang dipancarkan oleh sumber cahaya. Penyerapan energi oleh atom terjadi pada panjang gelombang tertentu sesuai energi yang dibutuhkan (Aprilia, 2015).

Sampel yang dianalisis berupa cairan yang dihembuskan ke dalam nyala api burner dengan bantuan gas bakar yang digabungkan bersama oksidan, sehingga menghasilkan kabut halus. Atom-atom dalam keadaan dasar berbentuk kabut yang dilewatkan pada sinar dan panjang gelombang tertentu. Sinar sebagian akan diserap (absorbansi) dan sinar yang diteruskan disebut emisi. Penyerapan atom berbanding lurus dengan banyaknya atom keadaan dasar dalam nyala. Kurva absorpsi terukur oleh sinar yang diserap, sedangkan kurva emisi merupakan intensitas sinar yang dipancarkan (Aprilia, 2015).

2.6.3 Instrumentasi

Spektrofotometer serapan atom memiliki beberapa komponen utama dalam instrumen, yaitu:

a. Sumber sinar

Sumber sinar yang digunakan adalah lampu katoda berongga. Lampu ini terdiri dari tabung kaca tertutup yang mengandung katoda dan anoda. Katoda berbentuk silinder berongga yang terbuat atau dilapisi logam tertentu. Tabung logam diisi dengan gas mulia berupa neon atau argon dengan tekanan rendah. Tegangan yang digunakan yaitu 600 volt berada diantara anoda dan katoda, sehingga menyebabkan katoda memancarkan berkas-berkas elektron menuju anoda dengan kecepatan energi yang tinggi. Elektron dengan

kecepatan tinggi menuju anoda akan bertabrakan dengan gas mulia yang diisikan. Tabrakan ini mengakibatkan unsur-unsur terlempar ke luar permukaan katoda dan mengalami eksitasi ketinggian energi elektron yang lebih tinggi, sehingga memancarkan spektrum pancaran dari unsur yang dianalisis (Gandjar dan Rohman, 2012).

b. Tempat sampel

Sampel yang akan dianalisis harus diuraikan menjadi atom-atom netral yang masih dalam keadaan asas-asas. Sistem atomisasi di dalam spektrofotometer serapan atom berupa nyala. Pada sistem atomisasi nyala, larutan sampel yang mengandung logam dalam bentuk garam akan diubah menjadi aerosol dengan dilewatkan pada nebulizer, kemudian bersama dengan penguapan pelarut menjadi butiran aerosol yang akan menjadi padatan. Perubahan bentuk dari padatan menjadi gas dan senyawa yang terdapat di dalam sampel akan berdisosiasi menjadi bentuk atom-atomnya. Atom yang berada ditingkat terendah akan menyerap radiasi yang diberikan oleh sumber cahaya. Berbagai macam alat yang dapat digunakan untuk mengubah suatu sampel menjadi uap atom-atom yaitu dengan nyala (*flame*) dan dengan tanpa nyala (*flameless*) (Gandjar dan Rohman, 2007).

c. Monokromator

Monokromator digunakan untuk memisahkan dan memilih panjang gelombang yang digunakan dalam analisis. Monokromator selain sistem optik juga terdapat *chopper* untuk memisahkan radiasi resonansi dan kontinyu (Gandjar dan Rohman, 2012).

d. Detektor

Detektor digunakan untuk mengukur intensitas cahaya yang melalui tempat pengamatan. Detektor yang umum digunakan yaitu tabung penggadaan foton atau *photomultiplier tube* (Gandjar dan Rohman, 2012).

e. Readout

Readout merupakan alat petunjuk sebagai pencatatan hasil. Pencatatan hasil dilakukan dengan suatu alat berupa kurva dari suatu recorder yang menggambarkan absorbansi atau intensitas emisi (Gandjar dan Rohman, 2012).

f. Ducting

Ducting merupakan bagian dari cerobong asap yang berfungsi sebagai penyedot asap sisa pembakaran pada spektrofotometer serapan atom. Cerobong asap bagian luar berhubungan langsung dengan ducting untuk mengolah asap pada proses pembakaran agar polusi udara yang dihasilkan tidak berbahaya bagi lingkungan (Aprilia, 2015).

g. Nebulizer

Nebulizer merupakan alat untuk mengubah larutan menjadi aerosol (butir-butir kabut dengan ukuran partikel 15-20 μm) dengan menarik larutan melalui kapiler (suatu akibat efek dari aliran udara). Efek dari aliran udara melalui pengisapan gas bahan bakar dan oksidan, disemprotkan ke ruang pengabut. Partikel kabut yang halus bersama aliran campuran gas bahan bakar masuk ke dalam nyala,

sedangkan titik kabut yang besar kesaluran pembuangan (Aprilia, 2015).

2.6.4 Gangguan-gangguan Spektrofotometri

Beberapa gangguan yang dapat terjadi saat pemeriksaan spektrofotometri serapan atom yaitu hasil menjadi lebih kecil atau lebih besar dari nilai yang sesuai dengan konsentrasinya dalam sampel sebagai berikut :

a. Gangguan yang berasal dari matriks sampel

Pengendapan unsur yang dianalisis merupakan salah satu gangguan matriks, sehingga jumlah atom yang mencapai nyala menjadi lebih sedikit dari konsentrasi sebenarnya. Gangguan matriks lain seperti viskositas, tegangan permukaan, berat jenis dan tekanan uap (Gandjar dan Rohman, 2012).

b. Gangguan kimia

Gangguan kimia akan mempengaruhi jumlah atom yang terjadi di dalam nyala. Terbentuknya atom-atom netral di dalam nyala terganggu karena disosiasi senyawa yang tidak sempurna dan ionisasi atom-atom dalam nyala. Terjadinya disosiasi yang tidak sempurna karena terbentuk senyawa yang bersifat sukar diuraikan di dalam nyala api (refractorik), contoh silikat aluminat dan logam alkali. Terbentuknya senyawa-senyawa yang bersifat refractorik akan mengurangi jumlah atom netral dalam nyala. Ionisasi atom-atom dalam nyala dapat terjadi saat suhu yang digunakan terlalu tinggi. Ion ini akan mengganggu pengukuran absorbansi atom netral karena spektrum absorbansi atom

yang terionisasi berbeda dengan spektrum atom dalam keadaan netral (Gandjar dan Rohman, 2012).

c. Gangguan penyerapan non-atomik

Gangguan penyerapan ini disebabkan adanya penyerapan cahaya oleh partikel-partikel padat di dalam nyala. Cara untuk mengatasi gangguan ini dengan menggunakan panjang gelombang yang lebih besar atau pada suhu yang lebih tinggi. Cara lain untuk membantu menghilangkan gangguan ini dengan menggunakan sumber sinar yang memberikan spektrum kontinyu dan alat dilengkapi lampu katoda nikel berisi gas hidrogen (Gandjar dan Rohman, 2012).

2.7 Kelebihan dan Kekurangan Metode Spektrofotometri Serapan Atom

2.7.1 Kelebihan Metode Spektrofotometri Serapan Atom

Beberapa kelebihan metode spektrofotometri serapan atom, yaitu :

- a. Cepat.
- b. Analisis ini memiliki ketelitian yang tinggi.
- c. Sensitivitas yang sangat tinggi dalam menganalisis unsur logam dengan konsentrasi yang sangat kecil (Winarna, *et al.*, 2015).

2.7.2 Kekurangan Metode Spektrofotometri Serapan Atom

Beberapa kekurangan metode spektrofotometri serapan atom, yaitu :

- a. Gangguan absorpsi atom karena efek matriks yang mempengaruhi proses pengatoman.
- b. Gangguan penyerapan non atomik oleh cahaya yang menyerap partikel padat di dalam nyala (Winarna, *et al.*, 2015).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

3.1.1 Waktu Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan pada bulan Maret-April 2018.

3.1.2 Tempat Penelitian

Tempat pelaksanaan penelitian Karya Tulis Ilmiah ini di Balai Pengujian dan Sertifikasi Mutu Barang Surakarta Laboratorium Penguji BPSMB Surakarta Jalan Pajang-Kartasura km. 8 Pabelan, Kartasura, Sukoharjo.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini, sebagai berikut :

- a. Alat-alat yang digunakan dalam pengolahan sampel antara lain blender, oven, kompor, pisau, pemanas listrik, batang pengaduk, kertas saring whatman 42, labu takar 100 ml, labu takar 500 ml, labu takar 25 ml, gelas beker 200 ml, corong, timbangan analitik, plastik dan ayakan 80 mesh.
- b. Alat yang digunakan untuk analisis yaitu Spektrofotometer Serapan Atom AA-6650 F Shimadzu.

3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan pembuatan keripik tempe yaitu tempe, air, garam, tepung cangkang telur ayam, tepung beras, bawang putih, ketumbar dan minyak

goreng. Bahan yang digunakan untuk analisis, yaitu akuabides, akuades, HNO₃ pekat (65%), HNO₃ 10%, larutan standar kalsium.

3.3 Variabel Penelitian

3.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas pada penelitian ini yaitu sampel keripik tempe tanpa dan dengan penambahan tepung cangkang telur ayam.

3.3.2 Variabel Terikat

Variabel terikat pada penelitian ini adalah kadar kalsium dalam keripik tempe.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Cara Pembuatan Tepung Cangkang Telur Ayam

- a. Cangkang telur dicuci bersih dan dipisahkan antara cangkang dengan lapisan dalamnya.
- b. Cangkang telur direbus selama 15 menit.
- c. Keringkan di dalam oven selama 2 jam pada suhu 60°C.
- d. Cangkang telur dihaluskan dengan blender, lalu diayak dengan ayakan nomor 80 mesh.

3.4.2 Cara Pembuatan Keripik Tempe Tanpa Penambahan Tepung

Cangkang Telur Ayam

- a. Dibuat adonan dengan mencampur (tepung beras 100 g, garam 8 g, bawang putih bubuk 2 g, ketumbar 1 g dan air 100 ml).
- b. Tempe dipotong tipis-tipis, lalu dimasukkan ke dalam adonan yang sudah dihomogenkan.

- c. Tempe digoreng setengah kering di dalam wajan pertama dan digoreng lagi dengan minyak yang lebih panas sampai kering.

3.4.3 Cara Pembuatan Keripik Tempe dengan Penambahan Tepung

Cangkang Telur Ayam

- a. Dibuat adonan dengan mencampur (tepung beras 100 g, garam 8 g, bawang putih bubuk 2 g, tepung cangkang telur ayam 25 g, ketumbar 1 g, air 125 ml).
- b. Tempe dipotong tipis-tipis, kemudian dimasukkan ke dalam adonan yang sudah diaduk.
- c. Tempe digoreng setengah kering di dalam wajan pertama dan digoreng lagi dengan minyak yang lebih panas sampai kering.

3.4.4 Cara Destruksi Sampel Cangkang Telur Ayam

Proses pengabuan cangkang telur ayam dengan menggunakan metode destruksi basah, sebagai berikut :

- a. Cangkang telur ayam yang telah dihaluskan, ditimbang sebanyak 5 g dan dimasukkan ke dalam gelas beker 200 ml.
- b. Ditambahkan 10 ml HNO_3 pekat (65%) panaskan di atas lempeng pemanas listrik sampai kering (tidak boleh gosong).
- c. Ditambah HNO_3 10% panaskan di atas pemanas listrik sampai kering (ulangi prosedur nomor 3 selama 2x).
- d. Ditambah akuabides 20 ml, homogenkan dan dimasukkan ke dalam labu ukur 25 ml melalui kertas saring whatman 42, ditambahkan akuabides sampai tanda batas.
- e. Dipipet 0,1 ml sampel cairan tepung cangkang telur ayam.

- f. Dimasukkan ke dalam labu takar 500 ml, tambahkan akuabidest sampai tanda batas dan homogenkan.
- g. Larutan dibaca menggunakan spektrofotometer serapan atom (SNI, 2004).

3.4.5 Cara Destruksi Sampel Keripik Tempe

Proses pengabuan keripik tempe dengan menggunakan metode destruksi basah, sebagai berikut :

- a. Keripik tempe yang telah dihaluskan, ditimbang sebanyak 5 g dan dimasukkan ke dalam gelas beker 200 ml.
- b. Ditambahkan 10 ml HNO₃ pekat (65%) panaskan di atas lempeng pemanas listrik sampai kering (tidak boleh gosong).
- c. Ditambah HNO₃10% panaskan di atas pemanas listrik sampai kering (ulangi prosedur nomor 3 selama 2x).
- d. Ditambah akuabides 20 ml, homogenkan dan dimasukkan ke dalam labu ukur 25 ml melalui kertas saring whatman 42, ditambahkan akuabides sampai tanda batas.
- e. Dipipet 1 ml sampel cairan keripik tempe.
- f. Dimasukkan ke dalam labu takar 100 ml, tambahkan akuabidest sampai tanda batas dan homogenkan.
- g. Larutan dibaca menggunakan spektrofotometer serapan atom (SNI, 2004).

3.4.6 Prosedur Penentuan Kurva Baku Kalibrasi Standar

- a. Cara membuat larutan baku standar kalsium 100 ppm menurut SNI 06-6989.56-2005
 - 1) Dipipet 10 ml larutan standar kalsium 1000 ppm

- 2) Dimasukkan ke dalam labu takar 100 ml, ditambah akuabides sampai tanda batas kemudian dihomogenkan.
- b. Cara membuat kurva kalibrasi standar kalsium menurut SNI 06-6989.56-2005
- 1) Dipipet 0,5 ml, 1 ml, 5 ml, 10 ml, 20 ml masing-masing dimasukkan ke dalam labu takar 100 ml dan ditambahkan akuabides sampai tanda batas.
 - 2) Dibuat kurva kalibrasi standar kalsium sebesar 0,5 ppm, 1 ppm, 5 ppm, 10 ppm dan 20 ppm.
 - 3) Dimasukkan kurva baku kalibrasi pada spektrofotometer serapan atom (sehingga diketahui kurva baku kalibrasi standar).

3.4.7 Prosedur Penggunaan Spektrofotometer Serapan Atom

Alat dihubungkan sumber arus pilih E (emisi) sesuai keperluan, tunggu sekitar 5-10 menit, kemudian blanko dan larutan kurva standar secara berurutan sehingga mendapatkan persamaan garis regresi, dilanjutkan pengukuran sampel dimasukkan ke dalam alat Spektrofotometer Serapan Atom. Masing-masing larutan kerja diukur pada panjang gelombang 422,7 nm.

3.4.8 Uji Organoleptik

Uji organoleptik digunakan untuk menguji penampakan, bau, warna, rasa dan kerenyahan. Panelis tidak terlatih sebanyak 20 orang untuk memberikan penilaian suka atau tidak suka terhadap keripik tempe tanpa penambahan tepung cangkang telur ayam dan keripik tempe dengan penambahan tepung cangkang telur ayam. Tingkat kesukaan dinilai dengan skala 1-4, yaitu : 1 = tidak suka, 2 = agak suka, 3 = suka, 4 =

sangat suka. Panelis memberikan penilaian menggunakan indera pembau, perasa dan penglihatan.

3.5 Analisis Data

Analisis data dilakukan menggunakan metode kurva kalibrasi standar yaitu dengan mengukur serapan (absorbance). Hasil yang didapat kemudian dimasukkan kedalam persamaan kurva kalibrasi sebagai berikut :

$$y = a + bx$$

Keterangan :

y : absorbansi dari larutan standar

a : interserp (titik potong pada sumbu y)

x : konsentrasi dari sampel

b : slope (kemiringan)

Perhitungan kadar mineral dalam sampel dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{Kadar} = \frac{C_{\text{regresi}} \times P \times V}{g}$$

Keterangan :

C_{regresi} : konsentrasi unsur dari kurva baku kalibrasi standar (mg/kg)

P : faktor pengenceran

V : volume pelarut sampel (ml)

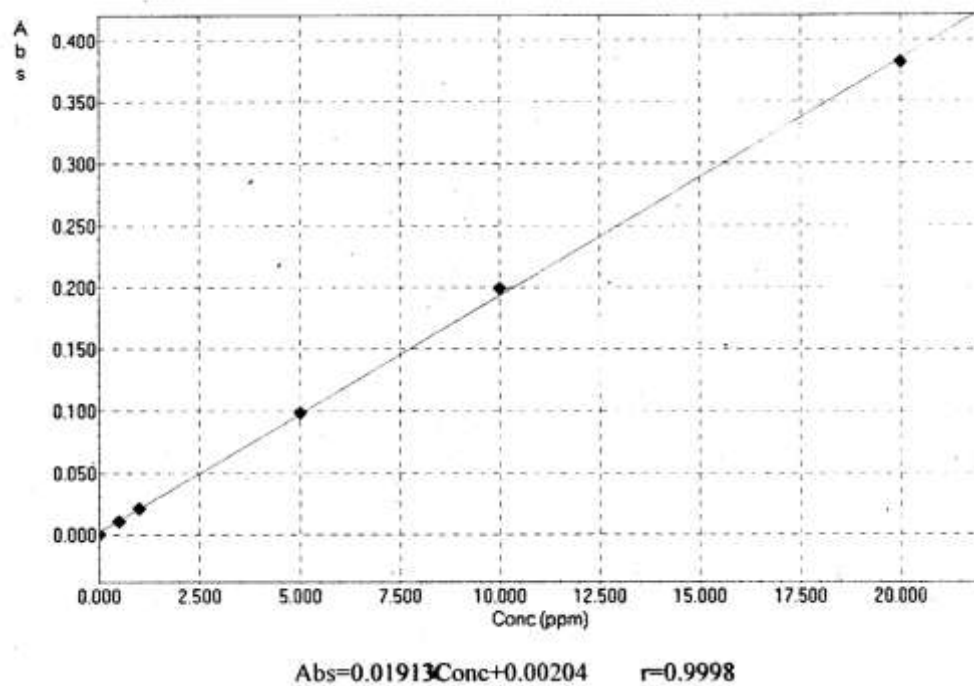
g : berat sampel (gram)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Hasil penentuan kurva baku kalibrasi standar kalsium, sebagai berikut:



Gambar 1. Kurva kalibrasi standar Kalsium

Persamaan regresi $y = 0,00204 + 0,01913x$

Sumbu y = absorbansi. Sumbu x = konsentrasi r = korelasi

Hasil nilai absorbansi dari kurva kalibrasi standar kalsium sebagai berikut :

Tabel 2. Nilai Absorbansi kurvakalibrasi Standar Kalsium

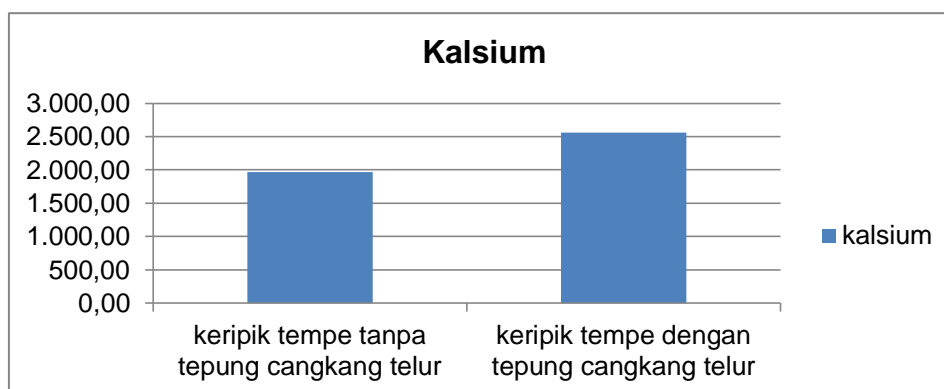
Konsentrasi kurva baku kalibrasi (ppm)	Absorbansi
0,5	0,0105
1,0	0,0211
5,0	0,0984
10,0	0,1987
20,0	0,3819

Hasil nilai absorbansi dan kadar kalsium pada sampel tepung cangkang telur ayam, keripik tempe tanpa dan dengan penambahan tepung cangkang telur ayam dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil absorbansi dan kadar kalsium pada sampel tepung cangkang telur ayam, keripik tempe tanpa dan dengan penambahan tepung cangkang telur ayam

Sampel	Absorbansi	Kadar kalsium (mg/kg)	Rata-rata kadar kalsium (mg/kg)
Tepung cangkang telur 1	0,2778	353.269,71	353.183,12
Tepung cangkang telur 2	0,2777	353.139,83	
Tepung cangkang telur 3	0,2777	353.139,83	
Keripik tanpa cangkang telur 1	0,0778	1.969,91	1.965,56
Keripik tanpa cangkang telur 2	0,0776	1.964,68	
Keripik tanpa cangkang telur 3	0,0775	1.962,10	
Keripik dengan cangkang telur 1	0,1006	2.559,16	2.561,76
Keripik dengan cangkang telur 2	0,1007	2.561,74	
Keripik dengan cangkang telur 3	0,1008	2.564,38	

Dapat dilihat hasil kadar kalsium pada tabel 3. Kadar keripik tempe tanpa dan dengan penambahan tepung cangkang telur ayam dalam bentuk diagram, sebagai berikut :



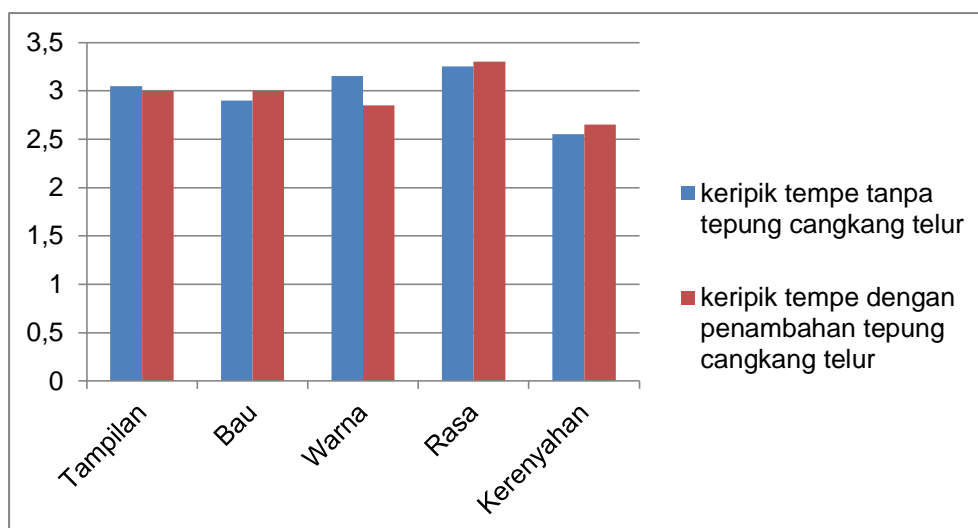
Gambar 2. Kadar kalsium keripik tempe tanpa dan dengan penambahan tepung cangkang telur ayam

Hasil penentuan uji organoleptik pada hasil olahan keripik tempe yang dilakukan kepada 20 panelis yang dilihat dari tampilan, bau, warna, rasa dan tingkat kerenyahan didapatkan hasil dapat dilihat pada tabel 4 berikut :

Tabel 4. Hasil Uji Organoleptik pada Sampel Keripik Tempe Tanpa dan dengan Penambahan Tepung Cangkang Telur Ayam

Sampel	Tampilan	Bau	Warna	Rasa	Kerenyah-an	Rata-rata
Keripik tempe tanpa tepung cangkang telur	3,05	2,9	3,15	3,25	2,55	2,98
Keripik tempe dengan tepung cangkang telur	3	3	2,85	3,3	2,65	2,96

Dapat dilihat pada tabel 4. Hasil uji organoleptik pada keripik tempe tanpa dan dengan penambahan tepung cangkang telur ayam dapat dilihat dalam gambar 3 dalam bentuk diagram, berikut :



Gambar 3. Hasil Uji Organoleptik

4.2 Pembahasan

Pada pemeriksaan ini terlebih dahulu membuat tepung cangkang telur. Cangkang telur dibersihkan dan dipisahkan dari lapisan dalamnya, kemudian cangkang dicuci dengan air mengalir sampai bersih. Cangkang telur yang sudah bersih dimasukkan ke dalam oven pada suhu 60°C selama 2 jam. Cangkang telur kemudian diblender sampai halus dan diayak dengan ayakan nomor 80 mesh.

Tempe yang digunakan yaitu tempe berbentuk kotak persegi panjang. Cara membuat keripik tempe tanpa penambahan tepung cangkang telur ayam yaitu tempe dipotong tipis-tipis dimasukkan ke dalam adonan (tepung beras, garam, bawang putih bubuk, ketumbar dan air) goreng sampai setengah kering lalu pindahkan ke dalam minyak goreng yang lebih panas sampai kering. Cara pembuatan keripik tempe dengan penambahan tepung cangkang telur ayam tempe dipotong tipis kemudian dimasukkan ke dalam adonan (tepung beras, garam, bawang putih bubuk, ketumbar, air dan tepung cangkang telur). Tempe digoreng menggunakan minyak hingga setengah kering lalu pindahkan ke dalam minyak goreng yang lebih panas sampai kering dan tiriskan.

Sampel keripik tempe kemudian dihaluskan dan ditimbang sesuai prosedur dimasukkan ke dalam gelas beker 200 ml, ditambahkan HNO₃ pekat 10 ml. Gelas beker diletakkan di atas pemanas listrik hingga mengering (tidak boleh gosong). HNO₃ berfungsi untuk menguraikan senyawa-senyawa organik lain yang terdapat dalam sampel sehingga memudahkan pembacaan pada alat. Sampel yang sudah kering ditambahkan HNO₃ 10% dilanjutkan sampai kering (penambahan HNO₃ 10% dilakukan dua kali), kemudian

tambahkan akuabides 20 ml homogenkan. Larutan dimasukkan ke dalam labu takar 25 ml melalui kertas saring whatman nomor 42, lalu ditambahkan akubidest sampai tanda batas. Sampel tepung cangkang telur ayam dilakukan pengenceran 5000x yaitu dengan memipet 0,1 ml larutan dimasukkan ke dalam labu takar 500 ml ditambahkan akubidest sampai tanda batas. Pada sampel keripik tempe tanpa dan dengan penambahan tepung cangkang telur ayam dilakukan pengenceran 100x yaitu dengan memipet larutan sebanyak 1 ml dimasukkan ke dalam labu takar 100 ml ditambahkan akubidest sampai tanda batas.

Pembuatan larutan kurva baku standar kalsium dengan konsentrasi 0,5 ppm, 1 ppm, 5 ppm, 10 ppm, 20 ppm untuk mengetahui absorbansi setiap konsentrasi dari larutan standar kalsium. Setiap sampel yang diperiksa dibaca menggunakan alat spektrofotometer serapan atom pada panjang gelombang 422,7 nm. Hasil dari persamaan regresi $y = 0,00204 + 0,01913x$ dengan koefisien $r = 0,9998$.

Kalsium merupakan mineral yang paling banyak digunakan oleh tubuh untuk pertumbuhan serta perkembangan gigi dan tulang, proses pembekuan darah dan kontraksi otot. Kalsium dalam tubuh akan diabsorpsi lebih banyak pada masa pertumbuhan dan akan menurun saat penuaan. Kebutuhan kalsium pada remaja 1000 mg/hari (Almaitser, 2010). Kekurangan kalsium dalam tubuh dapat menyebabkan kerusakan pada gigi, pertumbuhan tulang menjadi tidak sempurna dan dapat menimbulkan kekejangan otot. Kelebihan kalsium dalam tubuh dapat menyebabkan timbulnya batu ginjal dan hiperkalsemia (Hardinsyah dan Supariasa, 2017).

Pada percobaan ini didapatkan hasil sampel cangkang telur ayam berturut-turut 353.269,71 mg/kg, 353.139,83 mg/kg, 353.139,83 mg/kg. Sampel keripik tempe tanpa penambahan tepung cangkang telur ayam berturut-turut 1.969,91 mg/kg, 1.964,68 mg/kg, 1.962,10 mg/kg. Pada sampel keripik tempe dengan penambahan tepung cangkang telur ayam berturut-turut 2.559,16 mg/kg, 2.561,74 mg/kg, 2.564,38 mg/kg. Rata-rata hasil kadar kalsium cangkang telur ayam 353.183,12 mg/kg, keripik tempe tanpa tepung cangkang telur ayam 1.965,56 mg/kg dan keripik dengan penambahan tepung cangkang telur ayam 2.561,76 mg/kg.

Kadar kalsium tempe sebanyak 1.290 mg/kg (Almaitser, 2010), sedangkan kadar kalsium hasil pemeriksaann pada keripik tempe tanpa penambahan tepung cangkang telur ayam sebanyak 1.965,56 mg/kg dan keripik tempe dengan penambahan tepung cangkang telur sebanyak 2.561,76 mg/kg menunjukkan bahwa penambahan tepung cangkang telur dapat meningkatkan nilai kadar kalsium pada keripik tempe. Kebutuhan kalsium untuk remaja adalah 1000 mg/hari (Alamaitser, 2010), jika 5 gr terdiri dari 5 potong keripik tempe maka dapat menyumbang sebesar 12,81 mg kadar kalsium untuk kebutuhan tubuh remaja. Keripik tempe dapat membantu dalam memenuhi kalsium tubuh diimbangi dengan makan lauk pauk dan sayuran yang berkalsium. Almaitser (2010) mengatakan bahwa kebutuhan kalsium akan terpenuhi apabila mengonsumsi makanan yang seimbang setiap hari. Menurut peraturan kepala BPOM (2016) menyatakan bahwa konsumsi kalsium lebih dari 2000 mg/hari tidak akan menambah manfaat dalam menjaga kepadatan tulang.

Uji organoleptik terhadap tampilan (penampakan), bau, warna, rasa dan tingkat kerenyahan sampel keripik tempe menunjukkan hasil yang berbeda. Keripik tempe tanpa tepung cangkang telur ayam lebih disukai responden dalam hal penampakan dan warna, sedangkan bau, rasa dan tingkat kerenyahan responden lebih menyukai keripik tempe dengan penambahan tepung cangkang telur ayam.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- a. Kadar kalsium pada keripik tempe tanpa penambahan tepung cangkang telur ayam sebanyak 1.965,56 mg/kg dan keripik tempe dengan penambahan tepung cangkang telur ayam sebanyak 2.561,76 mg/kg.
- b. Hasil uji organoleptik pada responden lebih menyukai keripik tempe dengan penambahan tepung cangkang telur ayam dalam hal rasa, bau dan tingkat kerenyahan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan disarankan untuk melakukan inovasi baru dalam mengaplikasikan tepung cangkang telur ayam menjadi produk makanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Almaitser S. 2010. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Aprilia, D. 2015. "Spektrofotometri Serapan Atom", (Online), (https://www.academia.edu/13867003/Spektrofotometri_Serapan_Atom_AAS).diakses 30 maret 2018).
- Agustiani, R. 2011. "Faktor-faktor Yang Berhubungan dengan Mengonsumsi Kalsium pada Siswi Di SMPN 1 Mande Kabupaten Cianjur". Skripsi. Jakarta: Fakultas kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Gandjar, I.G. dan Rohman, A. 2012. *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta: Pustaka Belajar.
- Garrow dan James. 1993. "Human Nutrition and Dietetics". 9th edition. Churchill Livingstone. Dalam Gizi dan Kesehatan Masyarakat. 2013. Jakarta: PT Rajagrafindo Persada.
- Hardinsyah dan Supariasa, I.D.N. 2017. *Ilmu Gizi Teori dan Aplikasi*. Jakarta: EGC.
- Koswara, S. 2009. "Teknologi Pengolahan Telur (Teori dan Pangan)". eBook Pangan.com
- Muchtadi, D. 2009. *Pengantar Ilmu Gizi*. Bandung: Alfabeta.
- Nifah, N. 2015. "Pengaruh Proporsi Tepung (Tapioka-Tempe) dan Metode Pembuatan Adonan terhadap Sifat Organoleptik dan Fisik Kerupuk Tempe". *E-Journal boga*. Volume 4 nomor 3.
- Nita, N.D. 2010. "Analisis Usaha Industri Rumah Tangga Keripik Tempe Di Kabupaten Wonogiri". Skripsi. Surakarta: Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret.
- Nurrahmawati, K. 2011. "Uji Protein dan Kalsium pada Telur Asin Hasil Larutan Teh Berbagai Konsentrasi". Skripsi. Semarang: Fakultas Tarbiyah, Institut Agama Islam Negeri Walisongo.
- Nugraheni, M. 2016. *Pengetahuan Bahan pangan Nabati*. Yogyakarta: Plantaxia.
- Peraturan Kepala BPOM. (2016). "*Pengawasan Klaim pada Label dan Iklan Pangan Olahan*". Jakarta: Kepala BPOM RI.
- Rahmadani, S. 2011. "Penentuan Kadar Kalsium dengan Metode Permanganometri terhadap Tempe yang Dibungkus Plastik dan Daun di Pasar Arengka Pekanbaru". Skripsi. Pekanbaru: Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

- Rahmawati, W.S. dan Nisa, F.C. 2015. "Fortifikasi Kalsium Cangkang Telur pada Pembuatan Cookies (Kajian Konsentrasi Tepung Cangkang Telur dan Baking Powder". *Jurnal Pangan dan Agroindustri* Vol. 3 No 3 p.1050-1061
- Salim, E. 2012. *Kiat Cerdas Wiraussaha Anekan Olahan Kedelai*. Yogyakarta: ANDI OFFSET.
- Standar Nasional Indonesia. 2004. "Cara Uji Timbal (Pb) dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)". Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. 2005. "Cara Uji Kadar Kalsium (Ca) dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)". Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Usman, M. 2015. "Karakteristik Fisikokimia Telur Infertil Hasil Afkir Industri Penetasan pada Lama Penetasan yang Berbeda". Skripsi. Fakultas Peternakan, Universitas Hassanuddin.
- Winarno, F.G. 1997. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama. Dalam Gizi dan Kesehatan Masyarakat. 2013. Jakarta: PT Rajagrafindo Persada.
- Winarna., Sikama, R., dan Musafira. 2015. Analisis Kandungan Timbal pada Buah Apel (*Pyrus Malus.L*) yang dipajangkan dipinggir Jalan Kota Palu Menggunakan Metode Spektrofotometri Serapan Atom. *Online Jurnal of Natural Science* Vol 4(1) :32-45.
- Yonata, D., Aminah, S. dan Hersoelistyorini. 2017. "Kadar Kalsium dan Karakteristik Fisik Tepung Cangkang Telur Unggas dengan Perendaman Berbagai Pelarut". *Jurnal Pangan Dan Gizi* volume 7 (2)
- Yuniritha, E dan Sulistyowati, Y. 2015. *Metabolisme Zat Gizi*. Yogyakarta: Trans Medika.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Penimbangan Sampel

Sampel	Berat wadah + bahan (g)	Berat wadah + sisa (g)	Berat bahan (g)
Cangkang telur ayam	5,3816	0,2810	5,1006
Keripik tempe tanpa tepung cangkang telur ayam	5,3150	0,2890	5,0260
Keripik tempe dengan penambahan tepung cangkang telur ayam	5,3150	0,2820	5,0330

Lampiran 2. Cara Membuat Larutan HNO₃ 10%

$$V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$$

$$100 \times 10 = V_2 \times 65$$

$$1000 = 65 \times x$$

$$x = 15,3846$$

$$x = 15 \text{ ml}$$

Cara membuat larutan HNO₃ 10% dari larutan HNO₃ pekat (65%) yaitu dipipet 15 ml larutan HNO₃ pekat masukkan ke dalam gelas beker 100 ml ditambah aquades sampai tanda batas dan homogenkan.

Lampiran 3. Perhitungan Larutan Seri Standar Kalsium

1. Pembuatan larutan baku kalsium 1000 ppm

$$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$$

$$100 \text{ ml} \times 100 \text{ ppm} = V_2 \times 1000 \text{ ppm}$$

$$V_2 = \frac{10000}{1000}$$

$$V_2 = 10 \text{ ml}$$

Memipet 10 ml larutan induk kalsium 1000 ppm ke dalam labu takar 100 ml tepatkan dengan larutan pengencer sampai tanda batas.

2. Pembuatan larutan seri standar kalsium 0,5 ppm, 1 ppm, 5 ppm, 10 ppm dan 20 ppm.

- a. Pembuatan larutan standar kalsium 0,5 ppm sebanyak 100 ml

$$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$$

$$100 \text{ ml} \times 0,5 \text{ ppm} = V_2 \times 100 \text{ ppm}$$

$$V_2 = \frac{50}{100}$$

$$V_2 = 0,5 \text{ ml}$$

- b. Pembuatan larutan standar kalsium 1 ppm sebanyak 100 ml

$$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$$

$$100 \text{ ml} \times 1 \text{ ppm} = V_2 \times 100 \text{ ppm}$$

$$V_2 = \frac{100}{100}$$

$$V_2 = 1 \text{ ml}$$

c. Pembuatan larutan standar kalsium 5 ppm sebanyak 100 ml

$$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$$

$$100 \text{ ml} \times 5 \text{ ppm} = V_2 \times 100 \text{ ppm}$$

$$V_2 = \frac{500}{100}$$

$$V_2 = 5 \text{ ml}$$

d. Pembuatan larutan standar kalsium 10 ppm sebanyak 100 ml

$$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$$

$$100 \text{ ml} \times 10 \text{ ppm} = V_2 \times 100 \text{ ppm}$$

$$V_2 = \frac{1000}{100}$$

$$V_2 = 10 \text{ ml}$$

e. Pembuatan larutan standar kalsium 20 ppm sebanyak 100 ml

$$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$$

$$100 \text{ ml} \times 20 \text{ ppm} = V_2 \times 100 \text{ ppm}$$

$$V_2 = \frac{2000}{100}$$

$$V_2 = 20 \text{ ml}$$

Lampiran 4. Perhitungan Absorbansi Larutan Baku Untuk Memperoleh C_{regresi}

Diketahui : Rumus = $a + bx$

$$y = 0,00204 + 0,01913 x$$

1. Perhitungan konsentrasi sampel cangkang telur 1

Diketahui absorbansi = 0,2778

Persamaan kurva kalibrasi = $y : a + bx$

Absorbansi = $0,00204 + 0,01913 x$

0,2778 = $0,00204 + 0,01913 x$

$0,2778 - 0,00204 = 0,01913 x$

$$x = 14,4151 \text{ ppm}$$

2. Perhitungan konsentrasi sampel cangkang telur 2

Diketahui absorbansi = 0,2777

Persamaan kurva kalibrasi = $y : a + bx$

Absorbansi = $0,00204 + 0,01913 x$

0,2777 = $0,00204 + 0,01913 x$

$0,2777 - 0,00204 = 0,01913 x$

$$x = 14,4098 \text{ ppm}$$

3. Perhitungan konsentrasi sampel cangkang telur 3

Diketahui absorbansi = 0,2777

Persamaan kurva kalibrasi = $y : a + bx$

Absorbansi = $0,00204 + 0,01913 x$

0,2777 = $0,00204 + 0,01913 x$

$0,2777 - 0,00204 = 0,01913 x$

$$x = 14,4098 \text{ ppm}$$

4. Perhitungan konsentrasi sampel keripik tempe tanpa tepung cangkang telur ayam 1

$$\text{Diketahui absorbansi} = 0,0778$$

$$\text{Persamaan kurva kalibrasi} = y : a + bx$$

$$\text{Absorbansi} = 0,00204 + 0,01913 x$$

$$0,0778 = 0,00204 + 0,01913 x$$

$$0,0778 - 0,00204 = 0,01913 x$$

$$x = 3,9603 \text{ ppm}$$

5. Perhitungan konsentrasi sampel keripik tempe tanpa tepung cangkang telur ayam 2

$$\text{Diketahui absorbansi} = 0,0776$$

$$\text{Persamaan kurva kalibrasi} = y : a + bx$$

$$\text{Absorbansi} = 0,00204 + 0,01913 x$$

$$0,0776 = 0,00204 + 0,01913 x$$

$$0,0776 - 0,00204 = 0,01913 x$$

$$x = 3,9498 \text{ ppm}$$

6. Perhitungan konsentrasi sampel keripik tempe tanpa tepung cangkang telur ayam 3

$$\text{Diketahui absorbansi} = 0,0775$$

$$\text{Persamaan kurva kalibrasi} = y : a + bx$$

$$\text{Absorbansi} = 0,00204 + 0,01913 x$$

$$0,0775 = 0,00204 + 0,01913 x$$

$$0,0775 - 0,00204 = 0,01913 x$$

$$x = 3,9446 \text{ ppm}$$

7. Perhitungan konsentrasi sampel keripik tempe dengan tepung cangkang

telur ayam 1

$$\text{Diketahui absorbansi} = 0,1006$$

$$\text{Persamaan kurva kalibrasi} = y : a + bx$$

$$\text{Absorbansi} = 0,00204 + 0,01913 x$$

$$0,1006 = 0,00204 + 0,01913 x$$

$$0,1006 - 0,00204 = 0,01913 x$$

$$x = 5,1521 \text{ ppm}$$

8. Perhitungan konsentrasi sampel keripik tempe dengan tepung cangkang

telur ayam 2

$$\text{Diketahui absorbansi} = 0,1007$$

$$\text{Persamaan kurva kalibrasi} = y : a + bx$$

$$\text{Absorbansi} = 0,00204 + 0,01913 x$$

$$0,1007 = 0,00204 + 0,01913 x$$

$$0,1007 - 0,00204 = 0,01913 x$$

$$x = 5,1573 \text{ ppm}$$

9. Perhitungan konsentrasi sampel keripik tempe dengan tepung cangkang

telur ayam 3

$$\text{Diketahui absorbansi} = 0,1008$$

$$\text{Persamaan kurva kalibrasi} = y : a + bx$$

$$\text{Absorbansi} = 0,00204 + 0,01913 x$$

$$0,1008 = 0,00204 + 0,01913 x$$

$$0,1008 - 0,00204 = 0,01913 x$$

$$x = 5,1626 \text{ ppm}$$

Lampiran 5. Perhitungan Kadar Kalsium Pada Sampel Dari Hasil

C_{regresi}

Kadar kalsium dalam sampel dihitung dengan rumus berikut :

$$\text{Kadar} = \frac{C_{\text{regresi}} \times P \times V}{g}$$

$$\text{Keterangan : ppm} = \frac{\text{mg}}{\text{l}} = \frac{\mu\text{g}}{\text{ml}}$$

$$\text{ppm} = \frac{\mu\text{g}}{\text{g}} = \frac{\text{mg}}{\text{kg}}$$

1. Perhitungan kadar cangkang telur ayam 1

Diketahui : $C_{\text{regresi}} = 14,4151 \mu\text{g/ml}$; $V = 25$; $P = 5000$; $g = 5,1006 \text{ gram}$

$$\text{Kadar} = \frac{14,4151 \times 5000 \times 25}{5,1006}$$

$$= 353.269,71 \mu\text{g/g}$$

$$= 353.269,71 \text{ mg/kg}$$

2. Perhitungan kadar cangkang telur ayam 2

Diketahui : $C_{\text{regresi}} = 14,4098 \mu\text{g/ml}$; $V = 25$; $P = 5000$; $g = 5,1006 \text{ gram}$

$$\text{Kadar} = \frac{14,4098 \times 5000 \times 25}{5,1006}$$

$$= 353.139,83 \mu\text{g/g}$$

$$= 353.139,83 \text{ mg/kg}$$

3. Perhitungan kadar cangkang telur ayam 3

Diketahui : $C_{\text{regresi}} = 14,4098 \mu\text{g/ml}$; $V = 25$; $P = 5000$; $g = 5,1006 \text{ gram}$

$$\text{Kadar} = \frac{14,4098 \times 5000 \times 25}{5,1006}$$

$$= 353.139,83 \mu\text{g/g}$$

$$= 353.139,83 \text{ mg/kg}$$

Rata-rata kadar kalsium pada cangkang telur yaitu

$$\begin{aligned}\text{Rata-rata} &= \frac{353.269,71+353.139,83+353.139,83}{3} \\ &= 353.183,12 \text{ mg/kg}\end{aligned}$$

4. Perhitungan kadar keripik tempe tanpa tepung cangkang telur ayam 1

Diketahui : $C_{\text{regresi}} = 3,9603 \text{ } \mu\text{g/ml}$; $V = 25$; $P = 100$; $g = 5,0260 \text{ gram}$

$$\begin{aligned}\text{Kadar} &= \frac{3,9603 \times 100 \times 25}{5,0260} \\ &= 1.969,91 \mu\text{g/g} \\ &= 1.969,91 \text{ mg/kg}\end{aligned}$$

5. Perhitungan kadar keripik tempe tanpa tepung cangkang telur ayam 2

Diketahui : $C_{\text{regresi}} = 3,9498 \text{ } \mu\text{g/ml}$; $V = 25$; $P = 100$; $g = 5,0260 \text{ gram}$

$$\begin{aligned}\text{Kadar} &= \frac{3,9498 \times 100 \times 25}{5,0260} \\ &= 1.964,68 \mu\text{g/g} \\ &= 1.964,68 \text{ mg/kg}\end{aligned}$$

6. Perhitungan kadar keripik tempe tanpa tepung cangkang telur ayam 3

Diketahui : $C_{\text{regresi}} = 3,9446 \text{ } \mu\text{g/ml}$; $V = 25$; $P = 100$; $g = 5,0260 \text{ gram}$

$$\begin{aligned}\text{Kadar} &= \frac{3,9446 \times 100 \times 25}{5,0260} \\ &= 1.962,10 \mu\text{g/g} \\ &= 1.962,10 \text{ mg/kg}\end{aligned}$$

Rata-rata kadar kalsium pada keripik tempe tanpa tepung cangkang telur yaitu :

$$\begin{aligned}\text{Rata-rata} &= \frac{1.969,91+1.964,68+1.962,10}{3} \\ &= 1.965,56 \text{ mg/kg}\end{aligned}$$

7. Perhitungan kadar keripik tempe dengan penambahan tepung cangkang telur ayam 1

Diketahui : $C_{\text{regresi}} = 5,1521 \mu\text{g/ml}$; $V = 25$; $P = 100$; $g = 5,0330 \text{ gram}$

$$\begin{aligned}\text{Kadar} &= \frac{5,1521 \times 100 \times 25}{5,0330} \\ &= 2.559,16 \mu\text{g/g} \\ &= 2.559,16 \text{ mg/kg}\end{aligned}$$

8. Perhitungan kadar keripik tempe dengan penambahan tepung cangkang telur ayam 2

Diketahui : $C_{\text{regresi}} = 5,1573 \mu\text{g/ml}$; $V = 25$; $P = 100$; $g = 5,0330 \text{ gram}$

$$\begin{aligned}\text{Kadar} &= \frac{5,1573 \times 100 \times 25}{5,0330} \\ &= 2.561,74 \mu\text{g/g} \\ &= 2.561,74 \text{ mg/kg}\end{aligned}$$

9. Perhitungan kadar keripik tempe dengan penambahan tepung cangkang telur ayam 3

Diketahui : $C_{\text{regresi}} = 5,1626 \mu\text{g/ml}$; $V = 25$; $P = 100$; $g = 5,0330 \text{ gram}$

$$\begin{aligned}\text{Kadar} &= \frac{5,1626 \times 100 \times 25}{5,0330} \\ &= 2.564,38 \mu\text{g/g} \\ &= 2.564,38 \text{ mg/kg}\end{aligned}$$

Rata-rata kadar kalsium pada keripik tempe dengan penambahan tepung cangkang telur yaitu :

$$\begin{aligned}\text{Rata-rata} &= \frac{2.559,16 + 2.561,74 + 2.564,38}{3} \\ &= 2.561,76 \text{ mg/kg}\end{aligned}$$

Lampiran 6. Hasil Uji Organoleptik Keripik Tempe Tanpa Penambahan Tepung Cangkang Telur Ayam.

No	Nama Panelis	Tampilan	Bau	Warna	Rasa	Tingkat kerenyahan
1	A	3	3	3	3	3
2	B	4	3	4	3	3
3	C	3	3	3	3	2
4	D	2	3	2	2	2
5	E	3	3	3	3	1
6	F	3	3	3	3	2
7	G	2	3	2	2	2
8	H	4	3	3	4	3
9	I	3	2	3	3	2
10	J	3	2	3	4	2
11	K	3	3	3	4	3
12	L	3	3	3	4	3
13	M	3	3	4	4	4
14	N	4	4	4	4	3
15	O	3	3	3	3	3
16	P	3	3	4	4	3
17	Q	3	3	4	3	3
18	R	3	3	3	3	3
19	S	3	2	3	3	2
20	T	3	3	3	3	2
Rata-rata		3,05	2,9	3,15	3,25	2,55

Lampiran 7. Hasil Uji Organoleptik Keripik Tempe Dengan Penambahan Tepung Cangkang Telur Ayam.

No	Nama Panelis	Tampilan	Bau	Warna	Rasa	Tingkat kerenyahan
1	A	3	3	3	2	3
2	B	3	3	4	3	3
3	C	3	3	3	3	2
4	D	3	3	3	3	2
5	E	3	3	2	3	1
6	F	3	3	3	3	2
7	G	2	3	2	3	2
8	H	3	4	3	4	4
9	I	3	2	3	3	2
10	J	3	3	2	2	2
11	K	3	3	3	4	3
12	L	3	3	3	4	3
13	M	4	3	3	4	3
14	N	3	4	3	4	4
15	O	3	3	3	4	3
16	P	3	3	4	4	4
17	Q	3	3	2	3	3
18	R	3	2	3	3	2
19	S	3	3	3	4	3
20	T	3	3	2	3	2
Rata-rata		3	3	2,85	3,3	2,65

Lampiran 8.Data Pembuatan Keripik Tempe

Bahan pembuatan keripik tempe tanpa penambahan tepung cangkang telur ayam, sebagai berikut :

- a. Tepung beras 100 g
- b. Garam 8 g
- c. Ketumbar 1 g
- d. Bawang putih bubuk 2 g
- e. Air 100 ml
- f. Tempe $\frac{1}{2}$ kg

Bahan pembuatan keripik tempe dengan penambahan tepung cangkang telur ayam, sebagai berikut :

- a. Tepung beras 100 g
- b. Tepung cangkang telur 25 g
- c. Ketumbar 1 g
- d. Garam 8 g
- e. Bawang putih bubuk 2 g
- f. Air 125 ml
- g. Tempe $\frac{1}{2}$ kg

Lampiran 9. Dokumentasi Pembuatan Keripik Tempe dan Preparasi Sampel



Foto tempe



Foto cangkang telur ayam direbus



Foto cangkang telur ayam sebelum dioven



Foto cangkang telur ayam dihaluskan



Foto cangkang telur ayam diayak



Foto tempe yang sudah dicampur dengan adonan



Foto tempe yang sedang digoreng



Foto tempe yang sudah digoreng



Foto alat Spektrofotometer Serapan Atom AA 6650 F Shimadzu



Foto timbangan analitik



Foto alat pemanas listrik



Foto sampel setelah didestruksi



Foto kurva kalibrasi standar kalsium