

LAPORAN TUGAS AKHIR

PENGARUH PERENDAMAN $\text{Ca}(\text{OH})_2$ PADA PEMBUATAN KERIPIK APEL (*MALUS DOMESTICA*)



Disusun Oleh:

Nama : Grace Yohana

NIM :07.16.19.005

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
POLITEKNIK ENJINIRING PERTANIAN INDONESIA
BADAN PENYULUHAN DAN PENGEMBANGAN SDM PERTANIAN
KEMENTERIAN PERTANIAN**

2022

LAPORAN TUGAS AKHIR

PENGARUH PERENDAMAN Ca(OH)_2 PADA PEMBUATAN KERIPIK APEL (*MALUS DOMESTICA*)

Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Ahli madya (A.Md.P)

Disusun Oleh:

Nama : Grace Yohana

NIM :07.16.19.005

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
POLITEKNIK ENJINIRING PERTANIAN INDONESIA
BADAN PENYULUHAN DAN PENGEMBANGAN SDM PERTANIAN
KEMENTERIAN PERTANIAN**

2022

HALAMAN PENGESAHAN
UJIAN TUGAS AKHIR

Judul : PENGARUH PERENDAMAN Ca(OH)_2 PADA
PEMBUATAN KERIPIK APEL (*MALUS DOMESTICA*)
Nama : Grace Yohana
NIM : 07.16.19.005
Program Studi : Teknologi Hasil Pertanian
Jenjang : Diploma III (DIII)

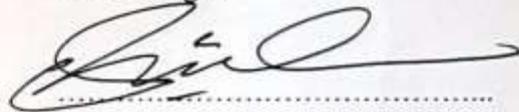
Dinyatakan LULUS setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Program Studi DIII Politeknik Enjiniring Pertanian Indonesia (PEPI)

Serpong, 02 Agustus 2022

1 Pembimbing I

Tanda Tangan

Shaf Rijal Ahmad, S.TP., M.AgriComm
NIP. 198604212009121006



2 Pembimbing II

Tanda Tangan

Dr. Enrico Syaefullah, S.Tp., M.Si
NIP. 197304041999031002



3 Penguji I

Tanda Tangan

Dr. Mona Nur Moulia, S.TP., M.Sc.
NIP. 198004192005012001



Mengetahui,
Ketua Program Studi THP
Politeknik Enjiniring Pertanian Indonesia (PEPI)

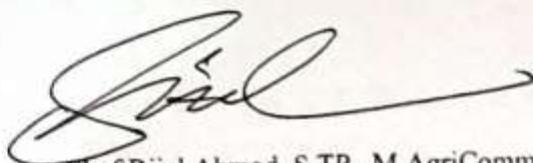

Dr. Mona Nur Moulia, S.TP., M.Sc.
NIP. 198004192005012001

**HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR**

Judul : PENGARUH PERENDAMAN Ca(OH)_2 PADA
PEMBUATAN KERIPIK APEL (*MALUS DOMESTICA*)
Nama : Grace Yohana
NIM : 07.16.19.005
Program Studi : Teknologi Hasil Pertanian
Jenjang : Diploma III (DIII)

Menyetujui:

Pembimbing I



Shaf Rijal Ahmad, S.TP., M.AgriComm.
NIP. 198604212009121006

Pembimbing II



Dr. Enrico Syaefullah, S.TP., M.Si.
NIP. 197304041999031002

Mengetahui,

Ketua Program Studi THP

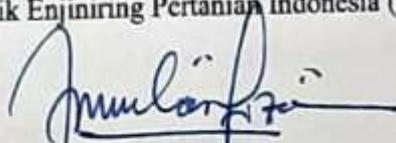
Politeknik Enjiniring Pertanian Indonesia (PEPI)



Dr. Mona Nur Moulia, S.TP., M.Sc.
NIP. 198004192005012001

Direktur

Politeknik Enjiniring Pertanian Indonesia (PEPI)



Dr. Muharfiza, S.TP., M.Si.
NIP. 198311022 201101 1 007

Tanggal Lulus : Serpong, 02 Agustus 2022

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : Grace Yohana
N I M : 07.16.19.005
Judul Tugas Akhir : PENGARUH PERENDAMAN Ca(OH)_2
PADA PEMBUATAN KERIPIK APEL
(*MALUS DOMESTICA*)

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini merupakan karya ilmiah hasil pemikiran sendiri secara orisinil dan saya susun secara mandiri dengan tidak melanggar kode etik hak karya cipta. Laporan Tugas Akhir ini juga bukan merupakan karya yang pernah di ajukan untuk memperoleh gelar akademik tertentu suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis di acu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari ternyata Laporan Tugas Akhir ini terbukti melanggar kode etik karya cipta atau merupakan karya yang dikategorikan mengandung unsur plagiarisme, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan sesungguhnya.

Serpong, 02 Agustus 2022
Yang membuat Pernyataan,

Grace Yohana
NIM. 07.16.19.005

ABSTRAK

PENGARUH PERENDAMAN $\text{Ca}(\text{OH})_2$ PADA PEMBUATAN KERIPIK APEL (*MALUS DOMESTICA*)

Disusun oleh :

Grace Yohana

NIM : 07.16.19.005

Penelitian bertujuan mengetahui pengaruh perendaman $\text{Ca}(\text{OH})_2$ terhadap kualitas keripik apel dengan sistem penggorengan vakum. Pembuatan keripik apel dimulai dengan daging buah dipotong horizontal kemudian biji dibuang. Daging buah direndam dalam $\text{Ca}(\text{OH})_2$ pada konsentrasi 0, dan 10%,. Daging buah apel digoreng vacuum pada suhu 60°C selama 70 menit. Untuk mengetahui kualitas keripik apel dilakukan analisis terhadap tekstur, warna, uji organoleptik rasa, warna, kerenyahan, kenampakan. Hasil penelitian menunjukkan buah apel dengan perlakuan perendaman dalam larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 0% dan pembekuan 0 jam (A1) merupakan perlakuan tertinggi pada tekstur, warna, uji organoleptik (rasa, warna, kenampakan). Perlakuan perendaman dalam larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 10% (A2) merupakan perlakuan tertinggi pada uji organoleptik pada kerenyahan.

Kata Kunci : $\text{Ca}(\text{OH})_2$, keripik apel, *vacuum frying*

ABSTRACT

THE EFFECT OF SOAKING Ca(OH)_2 IN APPLE CHIPS PRODUCTION (DOMESTIC MALUS)

Arranged by :

Grace Yohana

NIM : 07.16.19.005

This study aims to determine the effect of soaking Ca(OH)_2 on the quality of apple chips using a vacuum frying system. Making apple chips begins with the fruit flesh is cut horizontally and then the seeds are removed. The flesh of the fruit was soaked in Ca(OH)_2 at concentrations of 0, and 10%,. The apple flesh was vacuum-fried at 60°C for 70 minutes. To determine the quality of apple chips, an analysis of the texture, color, organoleptic test of taste, color, crispness, appearance was carried out. The results showed that apples treated by immersion in 0% Ca(OH)_2 solution and freezing 0 hours (A1) were the highest treatment on texture, color, organoleptic tests (taste, color, appearance). Treatment of immersion in a solution of Ca(OH)_2 10% (A2) is the highest treatment in the organoleptic test on crispness.

Keywords : Ca(OH)_2 , apple chips, vacuum frying.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Pengaruh Perendaman Ca(OH)_2 Pada Pembuatan Keripik Apel (*Malus Domestica.*)”**.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi D3 di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Politeknik Enjiniring Pertanian Indonesia.

Dalam penyusunan Laporan ini, penulis mendapat begitu banyak bantuan, bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu, melalui kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Shaf Rijal Ahmad, S.TP., M.AgriComm. dan Dr. Enrico Syaefullah, S.TP., M.Si. selaku dosen pembimbing I dan II yang telah memberikan arahan, bimbingan, motivasi, kritik dan saran yang membangun kepada penulis.
2. Bapak Aditya selaku koordinator laboratorium Pascapanen Bogor yang telah memberikan arahan dan memfasilitasi dalam pengujian laboratorium
3. Bapak Irfan selaku koordinator laboratorium IPB yang telah memberikan arahan dan memfasilitasi dalam pengujian laboratorium
4. Teman-teman PEPI angkatan 1 2019 khususnya dan semua angkatan pada umumnya yang telah membantu penyelesaian penelitian.
5. *Last but not least, I wanna thank me, I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all this hard work, I wanna thank me for having no days off, I wanna thank me for never quitting.*

Menyadari adanya keterbatasan pengetahuan, referensi dan pengalaman penyusun mengharapkan saran dan masukan demi lebih baiknya tugas akhir ini.

Serpong, 02 Agustus 2022

Penulis,
Grace Yohana

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GRAFIK.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	2
1.5. Manfaat Penelitian.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Tinjauan Tentang Keripik	4
2.2. Definisi Buah Apel.....	4
2.2.1. Klasifikasi Buah Apel.....	5
2.2.2. Kandungan Gizi Buah Apel.....	6
2.2.3. Manfaat Buah Apel Bagi Kesehatan.....	7
2.3. Pencegahan Pencokelatan (<i>Browning</i>)	8
2.3.1. Reaksi Maillard.....	9
2.4. Kalsium Hidroksida (CaOH ₂).....	11
2.5. Penggorengan	13
2.6. <i>Vacuum Frying</i>	13
2.7. Sifat Fisik, dan Organoleptik.....	16
2.7.1. Sifat fisik.....	16
2.7.2. Organoleptik	17
2.8. Minyak Goreng.....	19
2.8.1. Kerusakan Minyak.....	20
2.8.2. Faktor-Faktor Penyebab Kerusakan Minyak	21
BAB III METODOLOGI TUGAS AKHIR	23
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	23
3.2. Alat dan Bahan	23
3.2.1. Alat.....	23
3.2.2. Bahan	23
3.3. Metode Penelitian.....	23
3.4. Pelaksanaan Penelitian	23
3.5. Pengamatan	25

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1. Tekstur	27
4.2. Warna	28
4.2.1. Perubahan Warna ΔE^*	28
4.3. Analisa Organoleptik	29
4.3.1. Rasa	29
4.3.2. Warna	31
4.3.3. Kenampakan	34
4.3.4. Kerenyahan	36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	39
5.1. Kesimpulan	39
5.2. Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	19

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.2.1. Buah apel manalagi malang (Wijoyo, 2008).....	5
Gambar 2.2.2. Pohon apel manalagi malang (Anonim, 2017).....	6
Gambar 2.3.1. Reaksi <i>maillard</i>	10
Gambar 2.6. Mesin penggoreng vakum (Lastiyanto et al., 2013).....	14
Gambar 2.8.1. Skema terbentuknya akrolein	21
Gambar 3.5. Diagram alir penelitian pembuatan keripik apel	26

DAFTAR TABEL

Tabel 2.2.2. Kandungan gizi buah apel varietas manalagi.....	7
Tabel 4.2.1. Sampel warna keripik apel.....	32

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1.	Tekstur keripik apel akibat perendaman dalam larutan Ca(OH)_2 berbagai konsentrasi.....	27
Grafik 4.2.1.	Warna keripik apel akibat perendaman dalam larutan Ca(OH)_2 berbagai konsentrasi.....	29
Grafik 4.3.1.	Organoleptik rasa keripik apel akibat perendaman dalam larutan Ca(OH)_2 berbagai konsentrasi.	30
Grafik 4.3.2.	Organoleptik warna keripik apel akibat perendaman dalam larutan Ca(OH)_2 berbagai konsentrasi.	31
Grafik 4.3.3.	Organoleptik kenampakan keripik apel akibat perendaman dalam larutan Ca(OH)_2 berbagai konsentrasi.....	35
Grafik 4.3.3.	Organoleptik kerenyahan keripik apel akibat perendaman dalam larutan Ca(OH)_2 berbagai konsentrasi.....	36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur Analisa.....	24
Lampiran 2. Prosedur Uji Organoleptik.....	25
Lampiran 3. Uji ANOVA Tekstur	27
Lampiran 4. Hasil Data ANOVA Uji Warna	28
Lampiran 5. ANOVA Organoleptik (Rasa, Warna, Kerenyahan, Kenampakan ..	29
Lampiran 6. Data Organoleptik.....	30

BAB I

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Buah merupakan makanan sehat karena kandungan nutrisi, serat dan banyak mengandung *phytochemical bioactive* (Park *et al.*, 2015). Buah apel adalah sumber serat, sumber antioksidan, dan vitamin A, C dan senyawa fenolik unggul yang tidak dapat ditandingi oleh buah-buahan tropis lainnya (Supapvanich *et al.*, 2011), namun demikian buah apel memiliki umur simpan pendek, kurang dari satu minggu karena pematangan yang cepat dan degradasi dari bahan bioaktif.

Salah satu cara untuk meningkatkan umur simpan buah apel adalah dengan pengolahan menjadi keripik. Keripik buah memiliki kadar air rendah dan proses fisiologis yang terhenti sehingga memiliki waktu simpan yang lama (Hariono *et al.*, 2018). Keripik disukai oleh semua kelompok umur dan memainkan peran penting dalam diet konsumen, memiliki rasa dan tekstur yang disukai sehingga permintaan menjadi meningkat (Ayustaningwarno *et al.*, 2018).

Pembuatan keripik apel melalui beberapa macam proses salah satunya adalah proses perendaman dalam larutan kapur sirih. Keuntungan penggunaan larutan kapur Ca(OH)_2 dalam perendaman bahan pangan adalah kapur yang termasuk elektrolit kuat, akan mudah larut dalam air dan ion Ca akan mudah terabsorpsi dalam jaringan bahan. Selain itu, Ca(OH)_2 juga dapat mencegah proses pencoklatan non enzimatis yang disebabkan oleh ion Ca terhadap asam amino. Reaksi pencoklatan non enzimatis umumnya terjadi bila kita memasukan atau mengeringkan bahan makanan. warna coklat akan timbul akibat terjadinya reaksi antara gula dengan protein atau asam amino. Sehingga penggunaan kapur dalam proses perendaman dapat membantu mempertahankan tekstur keripik yang akan di olah (Purnomo, 1992)

Untuk menggoreng buah-buahan yang akan dijadikan keripik dibutuhkan sebuah alat yang dinamakan *vacuum fryer* (mesin penggoreng hampa). Seperti diketahui untuk komoditi buah-buahan memiliki kandungan glukosa (gula) yang cukup tinggi. Karenanya, bila kita mengolahnya dengan cara menggoreng menggunakan alat penggoreng biasa (*deep frying*), buah yang digoreng akan

meleleh seperti jeli atau menjadi gosong dan tidak layak untuk dijual maupun dikonsumsi.

Teknologi penggorengan vakum telah banyak diteliti untuk berbagai produk buah dan sayuran. Namun, sejauh ini belum ada literatur mengenai penggorengan vakum buah apel terutama untuk efek perendaman dalam larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Oleh karena itu, penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh perendaman apel dalam $\text{Ca}(\text{OH})_2$ terhadap tekstur, warna, dan organoleptik (warna, rasa, kerenyahan, kenampakan).

1.2.Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Apakah $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dapat meningkatkan parameter mutu pada apel?

1.3.Batasan Masalah

Pelaksanaan penelitian ini dibatasi dalam beberapa hal antara lain:

1. Dalam penelitian ini tidak membahas analisis biaya.
2. Penelitian ini hanya terbatas dilakukan dalam skala laboratorium.

1.4.Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahu nilai tekstur dan warna yang dihasilkan dari berbagai variasi konsentrasi $\text{Ca}(\text{OH})_2$.
2. Mengetahui nilai organoleptik dari berbagai parameter yang dihasilkan dari penggunaan konsentrasi $\text{Ca}(\text{OH})_2$.
3. Mengetahui pengaruh $\text{Ca}(\text{OH})_2$ terhadap tekstur, warna, dan organoleptik keripik apel.

1.5.Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu :

1. Dapat memberikan informasi tentang pengolahan buah apel menjadi keripik buah apel dengan perlakuan pendahuluan untuk mendapatkan kerenyahan, warna dan organoleptik yang baik.
2. Penelitian ini diharapkan dapat menambah alternatif olahan buah apel
3. Dapat memberikan wawasan kepada peneliti dan masyarakat dalam pembuatan keripik apel menggunakan *vacuum frying* secara optimal.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Tentang Keripik

Keripik adalah hasil olahan pangan yang dibuat dengan cara pengeringan atau penggorengan. Sebagai besar produk pangan hasil penggorengan diolah dengan cara penggorengan *deep frying* dimana dengan sistem ini *flavor* dan tekstur produk menjadi lebih sehingga dapat meningkatkan selera konsumen terhadap produk makanan ringan (Lawson, 1995).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Murni (1991), proses pembuatan keripik buah dalam hal ini adalah keripik apel, meliputi tahap persiapan, penggunaan bahan kimia, pengeringan dan pengemasan. Selain pembuatan keripik dengan menggunakan pengeringan dalam oven, selama ini dilakukan dengan penggorengan, dan sebagai contoh adalah keripik kentang. Menurut Ranken dan Kill (1993), proses pembuatan keripik kentang adalah meliputi proses pemilihan bahan, pencucian, pengupasan, perendaman dalam SO₂, pengirisan atau pemotongan, *blanching*, pengeringan, penirisan, pemberian *flavor* dan pengemasan.

Penirisan dilakukan segera setelah produk di goreng atau dikeluarkan dari minyak. Penirisan dapat dilakukan dengan cara pengadukan atau pemutaran bahan secara cepat dengan tujuan untuk mengeluarkan minyak yang berada dalam produk sehingga sisa minyak dalam bahan tidak terlalu banyak karena jumlah minyak yang terlalu banyak dalam produk yang digoreng akan mempengaruhi kualitas keripik (Ranken dan Kill, 1993).

Proses penambahan *flavor* atau penggaraman dilakukan untuk meningkatkan selera atau tingkat kesukaan konsumen terhadap keripik yang dihasilkan (Ranken dan Kill, 1993).

2.2. Definisi Buah Apel

Apel (*Malus Domestica*) merupakan tanaman buah tahunan berasal dari Asia Barat yang beriklim sub tropis. Apel dapat tumbuh di Indonesia setelah tanaman apel ini beradaptasi dengan iklim di Indonesia, yaitu iklim tropis (Baskara, 2010).

Penanaman apel di Indonesia dimulai sejak tahun 1934 dan berkembang pesat pada tahun 1960 hingga sekarang. Apel di Indonesia dapat tumbuh dan berbuah baik di dataran tinggi, khususnya di Malang (Abut dan Poncokusumo) dan Pasuruan (Nongkojajar), Jawa Timur (Fajri, 2011). Tumbuhan apel dikategorikan sebagai salah satu anggota keluarga mawar-mawaran dan mempunyai tinggi batang pohon dapat mencapai 7-10 meter. Daun apel sangat mirip dengan daun tumbuhan bunga mawar. Berbentuk bulat telur dan dihiasi gerigi-gerigi kecil pada tepiannya (Anonim, 2010).

2.2.1. Klasifikasi Buah Apel



Gambar 2.2.1. Buah apel manalagi malang (Wijoyo, 2008)

Regnum	: <i>plantae</i> (tumbuhan)
Divisi	: <i>magnaliophyta</i> (tumbuhan berbunga)
Kelas	: <i>magnoliosida</i> (tumbuhan dikotil)
Ordo	: <i>rosales</i>
Family	: <i>rosaceace</i>
Bangsa	: <i>maleae</i>
Genus	: <i>malus</i>
Spesies	: <i>malus domestica</i>

Buah apel mempunyai bentuk bulat samping lonjong bagian pujuk buah berlekuk dangkal, kulit agak kasar dan tebal, pori-pori buah kasar dan renggang tetapi setelah tua menjadi halus dan mengkilap. Warna buah hijau, hijau kemerah-merahan, hijau kekuning-kuningan, hijau berbintik-bintik, merah tua dan

sebagainya sesuai dengan varietasnya. Bijinya ada yang berbentuk panjang dengan ujung meruncing, ada yang berujung bulat dan tumpul, ada pula yang bentuknya antara pertama dan kedua (Handayani dan Prayitno, 2009).

Buah ini merupakan buah yang tahan lama dari pada buah-buah lainnya (umur petik 14 hari umur dan umur pemasaran/ penyimpanan 21-28 hari). Buah apel yang telah disimpan memiliki rasa yang lebih enak, daripada saat dipetik dari kebun tetap mengalami pernafasan dan penguapan, maka apabila dibiarkan buah akan masak, lewat masak dan busuk, proses ini disebut respirasi (Bambang, 2005).



Gambar 2.2.2. Pohon apel manalagi malang (Anonim, 2017)

2.2.2. Kandungan Gizi Buah Apel

Apel varietas manalagi memiliki warna kulit hijau kekuningan dengan daging berwarna putih kekuningan. Apel manalagi memiliki rasa yang lebih manid dibanding dengan apel lainnya meskipun apel ini belum matang. Tekstur apel manalagi pun lebih keras jika dibanding dengan varietas *romebeauty* dan *nanna* (USDA, 2013). Buah apel memiliki kandungan gizi yang sangat banyak tergantung pada jenis, lokasi tumbuh, iklim, umur panen dan cara penanganannya (Lee, 2012). Tabel kandungan gizi apel dapat dilihat dalam Tabel 2.2.2.

Tabel 2.2.2. Kandungan gizi buah apel varietas manalagi

Komponen	Jumlah
Kadar Air ^a	84,05 g
Total Gula ^a	8,29 g
Kadar Asam ^a	0,32 g
Glukosa ^a	3,72 g
Fruktosa ^a	4,5 g
Sukrosa ^a	4,54
Gula/asam ^a	42,56 g
pH ^a	4,62
Vitamin C ^b	6,60 mg
Gula Pereduksi ^b	6,96 g
Aktivitas Antioksidan ^b	6,53 g
Total Padatan Terlarut ^b	17,10° Brix

Sumber : Soelarso, 1997

Susanto dkk., 2011

Sebagai buah yang sehat, apel kaya akan kandungan gizi, namun yang paling dominan adalah vitaminnya. Ada banyak vitamin yang terdapat di buah apel, diantaranya adalah vitamin A, vitamin B1, vitamin B2, vitamin B3, vitamin B5, vitamin B6, vitamin B9, dan vitamin C. sedangkan mineral yang dikandung dalam buah apel antara lain kalsium, magnesium, potassium, zat besi, dan zinc. Serat juga dimiliki oleh buah apel, sehingga apel baik untuk orang yang sedang diet. Serta bisa mencegah lapar yang datang lebih cepat. Serat berguna mengikat lemak dan kolesterol jahat didalam tubuh yang selanjutnya akan dibuang.

Selain itu buah apel juga memiliki kandungan lain seperti Tanin yang berfungsi membersihkan dan menyegarkan mulut, Baron yang berfungsi mempertahankan jumlah hormon estrogen dalam tubuh seorang wanita, flavoid yang berfungsi menurunkan risiko kanker, asam d-glucaric yang dapat menurunkan kadar kolesterol, asam tartart yang dapat menyehatkan saluran pencernaan dan membunuh bakteri yang jahat ada dalam saluran pencernaan (Agroteknologi, 2017).

2.2.3. Manfaat Buah Apel Bagi Kesehatan

Menurut Dadan Harjana, 2016 apel telah digunakan selama berabad-abad untuk kesehatan dan kecantikan. Dari penjelasan tentang kandungan gizi buah apel diatas sebenarnya sudah dapat terlihat manfaat buah apel bagi kesehatan. Untuk lebih jelasnya berikut manfaat buah apel bagi kesehatan:

1. Meningkatkan sistem kekebalan tubuh
2. Meningkatkan daya penglihatan
3. Mencegah penyakit mulut
4. Membantu pertumbuhan tulang dan gigi
5. Membantu mengurangi berat badan
6. Menurunkan kadar kolesterol
7. Membantu proses pencernaan
8. Menurunkan risiko terkena penyakit kanker
9. Mencegah batu empedu

2.3.Pencegahan Pencokelatan (*Browning*)

Proses *browning* enzimatis disebabkan karena adanya aktivitas enzim pada bahan pangan segar, seperti pada susu segar, buah-buahan dan sayuran. Pencoklatan enzimatis terjadi pada buahbuahan yang banyak mengandung substrat fenolik, di samping katekin dan turunnya seperti tirosin, asam kafeat, asam klorogenat, serta leukoantosianin dapat menjadi substrat proses pencoklatan. Senyawa fenolik dengan jenis ortodihidroksi atau trihidroksi yang saling berdekatan merupakan substrat yang baik untuk proses pencoklatan.

Reaksi ini dapat terjadi bila jaringan tanaman terpotong, terkupas dan karena kerusakan secara mekanis yang dapat menyebabkan kerusakan integritas jaringan tanaman. Hal ini menyebabkan enzim dapat kontak dengan substrat yang biasanya merupakan asam amino tirosin dan komponen fenolik seperti katekin, asam kafeat, dan asam klorogenat sehingga substrat fenolik pada tanaman akan dihidroksilasi menjadi 3,4-dihidroksifenilalanin (dopa) dan dioksidasi menjadi kuinon oleh enzim phenolase. Wiley-Blackwell (2012).

Pencoklatan enzimatis pada bahan pangan memiliki dampak menguntungkan dan juga dampak yang merugikan. Reaksi pencoklatan enzimatis bertanggung jawab pada warna dan flavor yang terbentuk. Dampak yang menguntungkan, misalnya enzim polifenol oksidase bertanggung jawab terhadap karakteristik warna coklat keemasan pada buah-buahan yang telah dikeringkan seperti kismis, buah prem dan buah ara. Dampak merugikannya adalah mengurangi kualitas produk bahan pangan segar sehingga dapat menurunkan nilai ekonomisnya.

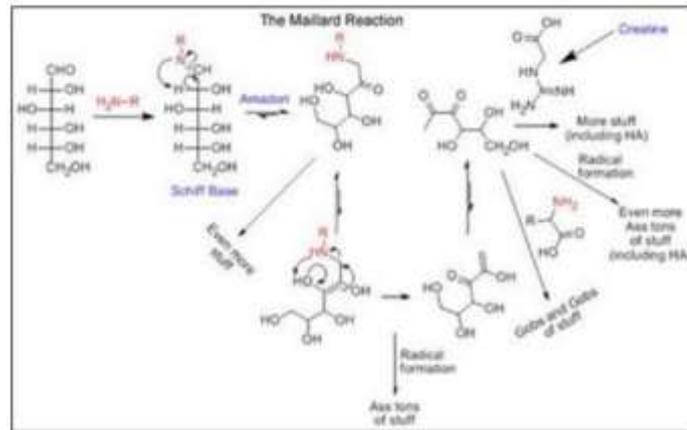
Sebagai contoh, ketika memotong buah apel atau pisang. Selang beberapa saat, bagian yang dipotong tersebut akan berubah warna menjadi coklat. Wiley-Blackwell (2012).

Perubahan warna ini tidak hanya mengurangi kualitas visual tetapi juga menghasilkan perubahan rasa serta hilangnya nutrisi. Reaksi pencoklatan ini dapat menyebabkan kerugian perubahan dalam penampilan dan sifat organoleptik dari makanan serta nilai pasar dari produk tersebut. Kecepatan perubahan pencoklatan enzimatis pada bahan pangan dapat dihambat melalui beberapa metode berdasarkan prinsip inaktivasi enzim, penghambatan reaksi substrat dengan enzim, penggunaan chelating agents, oksidator maupun inhibitor enzimatis. Adapun cara konvensional yang biasa dilakukan adalah perlakuan perendaman bahan pangan dalam air, larutan asam sitrat maupun larutan sulfit. Wiley-Blackwell (2012).

2.3.1. Reaksi Maillard

Reaksi Maillard adalah reaksi yang terjadi antara karbohidrat, khususnya gula pereduksi dengan gugus amina primer. Hasil reaksi tersebut menghasilkan bahan berwarna coklat, yang sering disebut dikehendaki atau kadang-kadang malahan menjadi pertanda penurunan mutu. Reaksi Maillard berlangsung melalui tahap-tahap sebagai berikut:

- 1) Suatu aldosa bereaksi bolak-balik dengan asam amino atau dengan suatu gugus amino dari protein sehingga menghasilkan basa Schiff.
- 2) Perubahan terjadi menurut reaksi Amadori sehingga menjadi amino ketosa.
- 3) Dehidrasi dari hasil reaksi Amadori membentuk turunan-turunan furfuraldehida, misalnya dari heksosa diperoleh hidroksi metil furfural.
- 4) Proses dehidrasi selanjutnya menghasilkan hasil antara metil α -dikarbonil yang diikuti penguraian menghasilkan reduktor-reduktor dan α -dikarboksil seperti metilglioksal, asetol, dan diasetil.
- 5) Aldehid-aldehid aktif dari 3 dan 4 terpolemerisasi tanpa mengikutsertakan gugus amino (disebut kondensasi aldol) atau dengan gugusan amino membentuk senyawa berwarna coklat yang disebut melanoidin.



Gambar 2.3.1. Reaksi maillard

Reaksi Maillard terjadi antara gugus amin (asam amino) dan gula pereduksi (gugus keton atau aldehidnya). Pada akhir reaksi terbentuk pigmen coklat melanoidin yang memiliki bobot molekul besar. Reaksi yang diawali dengan reaksi antara gugus aldehid atau keton pada gula dengan asam amino pada protein ini membentuk glukosilamin. Selain gugus aldehid/keton dan gugus amino, faktor yang memengaruhi reaksi Maillard, adalah suhu, konsentrasi gula, konsentrasi amino, pH, dan tipe gula.

Berkaitan dengan suhu, reaksi ini berlangsung cepat pada suhu 100°C namun tidak terjadi pada suhu 150°C. Kadar air 10-15% adalah kadar air terbaik untuk reaksi Maillard, sedangkan reaksi lambat pada kadar air yang terlalu rendah atau terlalu tinggi. Pada pH rendah, gugus amino yang terprotonasi lebih banyak sehingga tidak tersedia untuk berlangsungnya reaksi ini. Umumnya molekul gula yang lebih kecil bereaksi lebih cepat dibanding molekul gula yang lebih besar. Dalam hal ini, konfigurasi stereokimia juga memengaruhi, misalnya pada sesama molekul heksosa, galaktosa lebih reaktif dibanding yang lain.

Reaksi Maillard telah memberikan perubahan besar pada industri makanan, sebab reaksi ini berpengaruh pada aroma, rasa dan warna, diantaranya: industri pemanggangan kopi dan biji kakao, proses pengembangan roti dan kue dan pembakaran sereal dan pemasakan daging. Lebih jauh lagi, produk dari reaksi Maillard ini dapat menyebabkan penurunan nilai gizi secara signifikan. Penurunan kandungan gizi yang penting ini terjadi akibat pembentukan senyawa baru dan mutagenik. Polimer akhir yang dihasilkan telah diketahui sifat-sifat fisik dan

kimianya, antara lain: berwarna coklat, memiliki berat molekul besar, mengandung cincin furan dan polimer nitrogen (karbonil, karboksil amina, amida, pirol, indol, azometih, ester, anhidrida, eter, metil dan atau grup hidroksil). Reaksi ini dapat terjadi misalnya saat memanaskan makanan seperti produk roti yang biasanya mengandung 10% total lisin yang akan berubah menjadi pyralin. Susu bubuk dapat mengandung 50% lisin dapat membentuk produk amidori yaitu laktulosalysin. Wiley-Blackwell (2012).

2.4.Kalsium Hidroksida (Ca(OH)₂)

Larutan kapur sirih (Ca(OH)₂) adalah hasil reaksi dari kalsium oksida (CaO) dengan air (Chang dan Tikkanen, 1988). Reaksi tersebut adalah sebagai berikut :



Kapur sirih berasal dari kulit kerang laut atau cangkang dari kerang yang telah dibakar. Kapur sirih biasa ditemukan berwarna putih baik dalam bentuk kering atau basah. Saat kering kapur sirih berumus molekul CaO, sedangkan saat basah berumus molekul Ca(OH)₂ (Bayani, 2009). CaO yang dilarutkan dalam air akan terionisasi membentuk ion OH yang bersifat basa dan dapat menetralkan suasana asam (Ismadi, 1993).

Menurut Suprapti (2005), kapur sirih termasuk ke dalam zat firming agent, yaitu bahan kimia yang berfungsi sebagai pengeras jaringan bahan. Perendaman bahan pangan menggunakan larutan Ca(OH)₂ jenuh dimaksudkan untuk menambah kerenyahan pada bahan pangan yang akan diolah, namun jika terlalu banyak dalam menggunakannya akan menimbulkan rasa pahit pada makanan. Larutan Ca(OH)₂ jenuh merupakan larutan yang memiliki tingkat kekuatan basa cukup kuat dengan pH 12-13. Sifat bahan yang cukup alkali inilah yang cukup banyak memberikan kontribusi pada jaringan bahan pangan. Hal ini dapat dikarenakan sifat basa yang terkandung dalam larutan Ca(OH)₂ jenuh dan juga pelepasan ion kalsium akan bereaksi dengan jaringan sehingga menjadi cukup alkalis.

Izumi dan Alley (1995) menyebutkan bahwa kalsium berperan penting dalam mempertahankan kualitas buah-buahan dan sayuran dalam pengaruhnya terhadap ketahanan struktur membrane dan dinding sel. Proses pengolahan, pemanasan atau

pembekuan dapat melunakkan jaringan sel tanaman tersebut sehingga produk yang diperoleh mempunyai tekstur lunak. Untuk memperoleh tekstur yang lebih keras dapat ditambahkan garam Ca (0,1-0,5%).

Gleen *and* Pooviah (1987) membuktikan bahwa kalsium akan mempertahankan dan memperkuat dinding sel dan selalu berada dalam bentuk bebas (Ca^{2+}) untuk mencegah kerusakan kalsium juga telah diketahui dapat menurunkan permeabilitas membran terhadap air. Hal tersebut mengakibatkan aktivitas respirasi menurun, sehingga kalsium dikenal sebagai ion pengendali respirasi.

Menurut Abdul & Bachtiar (2004), kapur berfungsi untuk menguatkan tekstur buah yang diolah menjadi manisan sehingga terasa lebih renyah. Perubahan ini disebabkan adanya senyawa kalsium dalam kapur yang berpenetrasi ke dalam jaringan buah. Akibatnya, struktur jaringan buah menjadi lebih kompak berkat adanya ikatan baru antara kalsium dan jaringan buah.

Menurut Gleen (1985) *cit.* siregar (1998), didalam sistem penyerapan pada buah ada beberapa faktor yang mempengaruhi antara lain suhu, pH, dan kutikula buah yang secara nyata mempengaruhi laju penyerapan ion Ca oleh buah. Kapur sirih diperlukan dalam pembuatan keripik terutama dalam proses perendaman dengan tujuan untuk memperkuat tekstur sehingga tidak mudah hancur. Kapur sirih yang digunakan dalam pembuatan keripik adalah dalam bentuk larutan.

Menurut Asiah dan Handayani (2018), berdasarkan hasil penelitian dengan perendaman larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 0.5% menghasilkan keripik nanas dengan kerenyahan paling baik.

Menurut Rekna Wahyuni (2012) Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa persentase larutan kapur sirih terbaik untuk bahan perendam pada pembuatan keripik talas ketan adalah 10 %.

Menurut Afe Dwiani (2021) Untuk mutu organoleptik keripik pisang diketahui bahwa untuk parameter rasa, warna dan aroma perlakuan kapur sirih 10% : lama perendaman 30 menit) menghasilkan mutu terbaik yang disukai panelis.

2.5.Penggorengan

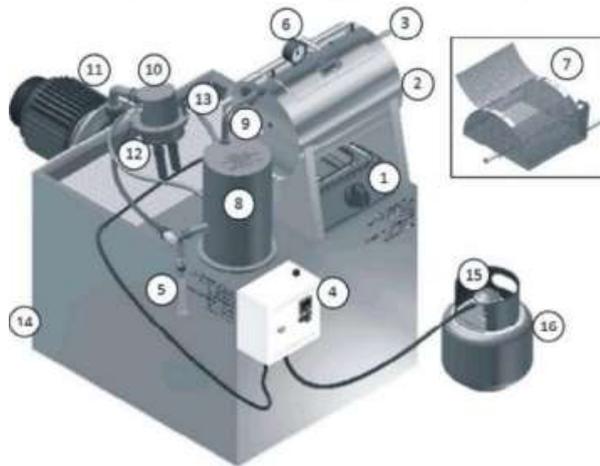
Penggorengan adalah suatu proses pengeringan bahan pangan yang berawal dari permukaan menuju ke dalam bahan, yang menggunakan minyak sebagai penghantar panas (hui, 1992). Penggorengan dapat didefinisikan sebagai proses pemasakan dan pengeringan produk dengan media panas berupa minyak sebagai media pindah panas. Perpindahan panas dan massa pada proses penggorengan berlangsung secara simultan (Pinthus *et al.*, 1997). Perubahan yang terjadi selama penggorengan antara lain penguapan air, kenaikan suhu produk yang dapat menyebabkan reaksi pencokelatan dan produk menjadi rendah, perubahan bentuk setelah digoreng, diserapnya komponen minyak oleh produk, serta terjadinya perubahan densitas produk selama penggorengan.

Kerusakan minyak selama proses penggorengan akan mempengaruhi mutu dan nilai gizi dari bahan pangan yang digoreng. Minyak yang rusak akibat proses oksidasi dan polimerisasi akan menghasilkan produk hasil penggorengan dengan warna yang kurang menarik dan rasa yang tidak enak (Ketaren, 1986).

Suhu penggorengan yang tinggi dapat mengakibatkan timbulnya warna coklat pada permukaan bahan pangan seperti terbakar (*burning*), walaupun bagian dalam bahan belum kering. Hal ini akan mempengaruhi mutu produk yang dihasilkan (Lawson, 1995). Menurut Ketaren (1986), mutu hasil produk yang digoreng dengan stabilitas penyimpanan yang baik dihasilkan pada suhu penggorengan yang rendah.

2.6.Vacuum Frying

Menurut Ilmi dkk. (2015) pada penggorengan *deep frying* apabila suhu yang digunakan dibawah 150°C didapatkan produk yang masih mentah, dan jika lebih dari 165°C di dapatkan produk yang terlalu matang dan bahkan kecokelatan bagian kulit luar namun didalamnya masih terlalu basah. Air yang ada pada bahan akan menguap dan minyak goreng akan masuk ke dalam bahan menggantikan kandungan air pada bahan (Machado *et al.* 2007). Satu set rangkaian mesin penggoeng vakum dapat dilihat dalam Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Mesin penggoreng vakum (Lastiyanto et al., 2013)

Keterangan :

- | | |
|----------------------|-------------------------------------|
| 1. Kompor | 9. Pipa hisap |
| 2. Tabung penggoreng | 10. Pompa water jet |
| 3. Pengaduk | 11. Pompa sirkulasi tekanan gauge |
| 4. Termo control | 12. Pipa air pendingin (air masuk) |
| 5. Wadah kondensat | 13. Pipa air pendingin (air keluar) |
| 6. Tekanan gauge | 14. Kerangka |
| 7. Keranjang bahan | 15. Regulator gas |
| 8. Kondensar | 16. Tabung gas LPG |

Prinsip kerja penggorengan vakum adalah melakukan penggorengan pada kondisi vakum yaitu 60-70 cmHg dibawah tekanan atmosfer normal. Kondisi vakum ini menyebabkan penurunan titik didih minyak dari 110°C-200°C menjadi 50°C-60°C, sehingga dapat mencegah terjadinya perubahan rasa, warna, dan aroma dari bahan atau buah-buahan yang digunakan (Ruku, 2006).

Menurut Lastriyanto (1996) proses penggorengan vakum dengan menggunakan pompa vakum tipe *water jet* dapat digunakan tekanan minimum pada 10 kPa abs, suhu 85-90°C, dengan waktu penggorengan 60-100 menit. Bagian utama alat ini adalah tabung penggoreng, kodensor, taung penampung minyak, pompa vakum, unit pemanas, pengontrol tekanan bak penampung air dan peniris minyak. Tabung penggoreng berfungsi untuk menampung bahan minyak goreng yang akan digunakan untuk proses penggorengan (bagian ini terbuat dari *stainless steel*). Di dalam tabung terdapat keranjang sebagai tempat penampung buah yang akan digoreng. Pada pintu tabung penggoreng terdapat jendela kaca.

Untuk mempermudah melihat proses penggorengan. Sumber panas yang digunakan adalah gas LPG. Bak penampung air pendingin yang keluar dari pompa vakum yang kemudian akan disirkulasi kembali ke pompa (Ruku, 2006). Sistem penggorengan hampa dengan melakukan pengendalian tekanan di dalam ruang penggorengan dalam kondisi hampa memungkinkan mengendalikan suhu penggorengan dibawah suhu pendidihan air dalam tekanan udara normal. Minyak goreng sebagai media pindah panas dapat diperlambat kerusakannya dan dapat dilakukan berulang karena suhu operasi penggorengan rendah sebesar 85°C (Lastriyanto, 1998).

Dengan menggunakan *vacuum frying*, temperatur minyak lebih kecil bila dibandingkan dengan penggorengan udara terbuka, sehingga kerusakan karena reaksi oksidasi dapat dikurangi atau dihindari (Ranken and Kill, 1993).

Vacuum frying ditemukan di Holland untuk menggoreng *chip* kentang. Temperatur minyak yang digunakan adalah $\pm 100^{\circ}\text{C}$. Warna *chip* hasil gorengan adalah lebih terang atau cerah dibandingkan *chip* yang diproses dengan menggunakan oven (Desrosier, 1997).

Efek *browning* dan penyimpanan *flavor* yang terjadi pada produk yang mengalami proses penggorengan secara konvensional dapat dicegah dengan menggunakan *vacuum frying*. Selain dapat mengurangi kadar air, sistem penggorengan ini juga menghasilkan bahan yang mempunyai tekstur yang baik (Matz, 1984).

Penggunaan suhu rendah pada penggorengan dengan *vacuum frying* akan menyebabkan banyak minyak yang terserap dalam bahan makanan. Menurut Yunianti (1986), semakin tinggi suhu minyak akan menyebabkan turunnya densitas sehingga minyak yang terserap dalam bahan yang digoreng akan kecil. Sehingga menurut Ranken and Kill (1993), untuk mengurangi kandungan minyak dalam bahan yang digoreng, produk harus ditiris dengan pemutaran produk secara cepat.

Menurut Shamroz Afrozi (2018) Perlakuan suhu dan waktu penggorengan yang terbaik untuk pembuatan keripik pisang adalah suhu 90°C selama 50 menit. Semakin tinggi suhu dan waktu penggorengan maka penilaian panelis untuk uji organoleptik keripik semakin tinggi.

Menurut Wijayanti (2011) dalam judul penelitiannya “Kajian Rekayasa Proses Penggorengan Hampa dan Kelayakan Usaha Produksi Keripik Pisang” melakukan penelitian pada suhu 60°C, 70°C, 80°C, 90°C dan waktu 30 menit, 45 menit, 60 menit, dan 75 menit dihasilkan keripik pisang yang disukai panelis pada kondisi optimum yaitu suhu 80°C selama 60 menit pada tekanan 70 cmHg.

Menurut Anang Latriyanto (2016) berdasarkan penelitian penggorengan vakum pada buah apel dengan menggunakan suhu 80, 90, dan 100°C, semakin tinggi suhu dan waktu penggorengan maka penilaian panelis terhadap kerenyahan semakin tinggi juga. Hal ini sesuai dengan nilai kadar air. Dimana semakin rendah kadar air, panelis semakin menyukai produk tersebut, artinya semakin rendah kadar air, maka produk tersebut semakin renyah dan semakin banyak ruang kosong yang akan diisi oleh minyak.

2.7.Sifat Fisik, dan Organoleptik

Sifat fisik yang memiliki hubungan erat dengan sifat dari bahan pangan antara tekstur, kekenyalan, koefisien gesek, dan konduktivitas panas. Sifat fisik memiliki kaitan sangat erat dengan mutu bahan pangan karena dapat digunakan sebagai informasi dasar dalam menentukan tingkat metode penanganan atau bagaimana mendesain peralatan pengolahan terutama peralatan pengolahan yang bersifat otomatis (Winarno, 2002).

Soekarto (2002), mengemukakan bahwa uji penerimaan meliputi uji kesukaan (hedonik) dan uji mutu hedonik. Dalam uji hedonik panelis diminta untuk menyatakan tanggapan pribadinya tentang tingkat kesukaan terhadap suatu produk. Tingkat kesukaan ini disebut skala hedonik yang dapat direntangkan atau diciutkan menurut rentangan skala yang dikehendaki. Analisis data skala hedonik tersebut ditransformasikan dalam skala numerik dan dilakukan analisis statistik.

2.7.1. Sifat fisik

2.7.1.1.Warna

Merupakan faktor yang sangat penting dalam industri pengolahan bahan pangan. Warna atau kenampakan visual tersebut dikaitkan dengan kualitas dari bahan pangan. Pengujian dan pengukuran pada warna bertujuan untuk menentukan pengaruh bumbu atau bahan aditif lainnya terhadap warna,

menentukan proses perubahan warna selama proses penyimpanan dan mengontrol laju perubahan kualitas dari bahan itu sendiri (Estiasih dan Ahmadi, 2009).

Konsumen umumnya melakukan penilaian dan keputusan untuk membeli berdasarkan penampakan visual dari bahan pangan itu sendiri. Warna pada makanan adalah parameter kualitas utama yang dievaluasi konsumen dalam penerimaan produk, bahkan sebelum masuk ke dalam mulut konsumen itu. Warna adalah alat untuk menerima dan menolak produk yang ditawarkan kepada konsumen. Dengan mengamati warna, memungkinkan mendeteksi cacat yang terdapat pada makanan yang akan dikonsumsi. Oleh sebab itu warna merupakan salah satu faktor penting penerimaan makanan oleh para konsumen sebab secara visual faktor warna tampil lebih dahulu dan kadang-kadang sangat menentukan. Model warna yang paling sering digunakan dalam pengukuran warna pada makanan adalah model warna $L^*a^*b^*$ karena mempunyai distribusi warna yang seragam (Leon *et al.*, 2005).

2.7.1.2. Tesktur

Tekstur makanan adalah sifat fisik yang berasal dari struktur makanan dan berhubungan dengan perubahan bentuk pemecahan dan aliran karena gaya yang diberikan (sifat reologi). Tekstur dikelompokkan ke dalam tiga golongan utama yaitu (1) ciri mekanis yaitu ciri yang meliputi kekerasan, kekohesifan, viskositas, elastisitas, keadhesifan, kerapuhan, dan kekunyahan serta keagoman. (2) Ciri geometris yaitu ciri yang berkaitan dengan bentuk dan orientasi serat, serta (3) ciri lain yang berkaitan dengan air dan lemak (Winarno, 2002).

Daya patah adalah sifat pangan yang berhubungan dengan tekanan yang mematahkan produk. Sedangkan daya putus merupakan ketahanan bahan membawa beban sehingga putus. Parameter daya patah sangat penting dalam beberapa produk terutamat yang bersifat kering seperti kerupuk, keripik dan biskuit. Sedangkan daya putus lebih banyak digunakan untuk produk yang setengah basah seperti dodol, *leather*, dan lain-lain (Yuwono, 2001).

2.7.2. Organoleptik

Pengujian sensori atau pengujian organoleptik adalah pengujian dengan menggunakan indranya untuk menilai kualitas suatu makanan dan minuman. Pada produk pangan, pengujian organoleptik sangat penting meskipun nilai gizinya

sangat tinggi dan higienis, jika rasanya tidak enak maka nilai gizinya tidak termanfaatkan karena tidak seorang pun yang mau mengonsumsi, sehingga dapat disimpulkan bahwa selera manusia sangat menentukan penerimaan dan nilai suatu produk (Setyaningsih, dkk, 2010). Analisis sensori adalah suatu proses identifikasi, pengukuran ilmiah, analisis, dan interpretasi atribut-atribut produk melalui lima panca indra manusia yaitu indra penglihatan, penciuman, pencicipan, peraba dan pendengaran.

Analisis sensori pada dasarnya bersifat objektif dan subyektif. Analisis objektif ingin menjawab pertanyaan dasar dalam penilaian kualitas suatu produk, yaitu pembedaan dan deskripsi, sedangkan analisis subyektif berkaitan dengan kesukaan atau penerimaan. Uji pembeda (*discriminate test*) bertujuan untuk mengidentifikasi tingkat kesukaan dan penerimaan suatu produk (Setyaningsih, dkk, 2010).

Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam melakukan analisis sensori yaitu merencanakan tujuan uji dengan benar, mengikut sertakan panelis-panelis yang sesuai, menanyakan pertanyaan yang sesuai, mengurangi adanya bias dan mengontrol lingkungan tempat pengujian dan penyajian produk (Setyaningsih, dkk, 2010).

2.7.2.1. Rasa

Flavor atau citarasa merupakan sensasi yang dihasilkan oleh bahan makanan ketika diletakkan dalam mulut terutama yang ditimbulkan oleh rasa dan bau. Jadi tiga komponen yang berperan yaitu bau, rasa dan rangsangan mulut. Komposisi makanan dan senyawa-senyawa yang merupakan pemberi rasa dan bau. Interaksi senyawa-senyawa ini dengan reseptor dibawa menuju pusat susunan syaraf untuk memberi pengaruh flavor (Zuhra, 2006).

2.7.2.2. Warna

Warna merupakan faktor penentu mutu bahan pangan yang mudah untuk diamati. Warna dapat menjadi suatu indikasi mutu dari bahan pangan. Bahan pangan apa bila memiliki warna yang tidak sedap untuk dipandang atau memberi kesan memiliki mutu yang buruk akan mempengaruhi kesan konsumen. Penilaian parameter warna dapat dilakukan dengan cara melihat dengan indra mata. Warna biskuit secara visual akan terlihat pada biskuit yang disajikan. Proses pengolahan

biskuit dengan menggunakan suhu tinggi akan memberikan warna kuning keemasan. Perubahan warna yang diakibatkan oleh gula disebut dengan reaksi *maillard*. Suhu yang terlalu tinggi akan mengakibatkan perubahan warna menjadi gosong, warna semakin gelap, dan akan terjadi proses karamelisasi (Winarno, 2002).

2.7.2.3.Kerenyahan

Kerenyahan merupakan salah satu parameter dalam pengujian produk biskuit. Kerenyahan pada produk pangan dapat dihubungkan dengan kadar air. Hal ini disebabkan karena semakin banyak air yang diuapkan pada saat pemanggangan akan terbentuk rongga-rongga udara sehingga produk yang dihasilkan semakin renyah (Amertaningtyas, 2011). Kandungan amilosa dan amilopektin pada tepung pati koro pedang akan berpengaruh terhadap tekstur biskuit yang dihasilkan. Semakin tinggi kadar amilosa pada produk akan menghasilkan tekstur yang baik dan daya lebih tahan pecah, namun pati yang mengandung amilopektin yang lebih tinggi cenderung menghasilkan produk yang mudah pecah (Claudia dan Simon, 2016).

2.7.2.4.Kenampakan

Kenampakan didefinisikan sebagai sifat visual bahan makanan yang meliputi warna, bentuk, ukuran, dan kesesuaian. Penilaian seorang terhadap suatu produk bahan makanan pertama-tama ditentukan dari kenampakan, namun demikian setelah bahan makanan tersebut dikecap *flavor* menjadi lebih penting dari sifat yang lain. Suatu produk yang mempunyai kenampakan menarik dapat menumbuhkan selera pada produk tersebut.

Jadi pada dasarnya kesan yang diperoleh dari kenampakan suatu produk sangat penting dan menentukan apakah suatu produk diterima atau ditolak. Produk yang berkualitas baik mempunyai warna kuning sangat cerah sampai cokelat cerah keemasan, bebas dari warna cokelat berat dan bintik-bintik kotoran (Piggot, 1984).

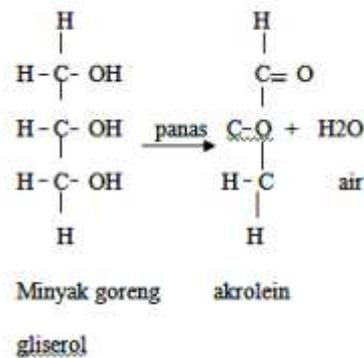
2.8.Minyak Goreng

Minyak goreng adalah bahan pangan dengan komposisi utama trigliserida yang berasal dari bahan nabati, dengan atau tanpa perubahan kimiawi, termasuk

pendinginan dan telah melalui proses rafinasi atau pemurnian yang digunakan untuk menggoreng (SNI, 2103). Minyak merupakan campuran dari ester asam lemak dengan gliserol. Jenis minyak umumnya dipakai untuk menggoreng adalah minyak nabati seperti minyak sawit, minyak kacang tanah, minyak wijen dan sebagainya. Minyak goreng jenis ini mengandung sekitar 80 % asam lemak tak jenuh jenis asam oleat dan linoleat, kecuali minyak kelapa (Sartika, 2009). Pada teknologi makanan, lemak dan minyak memegang peranan penting, karena minyak dan lemak memiliki titik didih yang tinggi (sekitar 2000 C) maka dapat digunakan untuk menggoreng makanan sehingga bahan yang digoreng akan kehilangan sebagian besar air yang dikandungnya dan menjadi kering (Sudarmadji, 2003 dalam Titin, 2016).

2.8.1. Kerusakan Minyak

Kerusakan utama minyak adalah timbulnya bau dan rasa tengik, sedangkan kerusakan lain meliputi peningkatan kadar asam lemak bebas (FFA), bilangan iodium, angka peroksida, TBA, angka karbonil, timbulnya kekentalan minyak, terbentuknya busa dan adanya kotoran dari bumbu bahan yang digoreng. Semakin sering digunakan tingkat kerusakan minyak akan semakin tinggi. Penggunaan minyak berkali-kali akan meningkatkan perubahan warna menjadi coklat sampai kehitam-hitaman pada minyak tersebut (Graha, 2010). Menurut Ketaren (2005), tanda awal dari kerusakan minyak goreng adalah terbentuknya akrolein pada minyak goreng. Akrolein ini menyebabkan rasa gatal pada tenggorokan pada saat mengkonsumsi makanan yang digoreng menggunakan minyak goreng berulang kali. Akrolein terbentuk dari hidrasi gliserol yang membentuk aldehida tidak jenuh atau akrolein.



Gambar 2.8.1. Skema terbentuknya akrolein

Kerusakan atau perubahan yang terjadi pada minyak atau lemak, dari segi fisik yaitu timbulnya bau dan rasa dalam lemak atau bahan pangan berlemak yang menyebabkan ketengikan warna lebih gelap dan kondisi minyak yang lebih encer. Sedangkan secara kimia, kandungan asam lemak yang lebih tinggi serta kandungan peroksida yang tinggi (Oktaviani, 2009).

2.8.2. Faktor-Faktor Penyebab Kerusakan Minyak

Menurut Ketaren (2008), faktor – faktor pemanasan yang dapat menyebabkan kerusakan minyak :

a. Lamanya kontak dengan panas

Berdasarkan penelitian terhadap minyak jagung, pada pemanasan 10-12 jam pertama, bilangan iod berkurang dengan kecepatan konstan, sedangkan jumlah oksigen dalam lemak bertambah dan selanjutnya menurun setelah pemanasan 4 jam kedua berikutnya. Kandungan persenyawaan karbonil bertambah dalam minyak selama proses pemanasan, kemudian berkurang sesuai dengan berkurangnya jumlah oksigen

b. Suhu

Pengaruh suhu terhadap kerusakan minyak telah diselidiki dengan menggunakan minyak jagung yang dipanaskan selama 24 jam pada suhu 120°C, 160°C dan 200°C. Minyak dialiri udara pada 150ml/menit/kilo. Minyak yang dipanaskan pada suhu 160°C dan 200°C menghasilkan bilangan peroksida lebih rendah dibandingkan dengan pemanasan pada suhu 120°C. Hal ini merupakan indikasi bahwa persenyawaan peroksida bersifat tidak stabil terhadap panas. Kenaikan nilai kekentalan dan indek bias paling besar pada

suhu 200°C, karena pada suhu tersebut jumlah senyawa polimer yang terbentuk relatif cukup besar.

c. Akselerator Oksidasi

Kecepatan aerasi juga memegang peranan penting dalam menentukan perubahan-perubahan selama oksidasi thermal. Nilai 10 kekentalan naik secara proporsional dengan kecepatan aerasi, sedangkan bilangan iod semakin menurun dengan bertambahnya kecepatan aerasi. Konsentrasi persenyawaan karbonil akan bertambah dengan penurunan kecepatan aerasi. Senyawa karbonil dalam lemak yang telah dipanaskan dapat berfungsi sebagai pro-oksidan atau sebagai akselerator pada proses oksidasi.

BAB III

METODOLOGI TUGAS AKHIR

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan 06 Juni – 19 Juli 2022 di *Workshop*, Politeknik Enjiniring Pertanian Indonesia, Laboratorium Pengujian Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian untuk pengujian tekstur keripik apel dan Institut Pertanian Bogor, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan untuk pengujian warna keripik apel.

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1. Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu timbangan, *vacuum frying*, pisau, pisau kupas, wadah, plastik klip, *spinner*.

3.2.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu apel manalagi, jeruk nipis, kapur sirih ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), minyak goreng, air.

3.3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 1 faktor, dimana faktor pertama terdiri dari 2 level dan masing-masing terdiri atas 2 ulangan. Perlakuan dengan perendaman dalam larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (A), terdiri atas A1 (konsentrasi $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 0%) dan A2 (konsentrasi $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 10% ($\frac{10 \text{ gr}}{1000 \text{ ml}}$)).

3.4. Pelaksanaan Penelitian

Pembuatan keripik apel dalam penelitian dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Sortasi bahan baku

Dilakukan pengujian awal pada buah apel segar yang telah lolos dari proses sortasi. Sortasi dilakukan dengan memilih apel dengan ukuran yang relatif seragam yaitu memiliki diameter 3-5 cm, kenampakannya bagus,

berwarna hijau dan segar, matang dan tidak busuk. Pengambilan buah apel dilakukan dengan cara pengambilan 3 buah apel secara acak yang telah lolos dari proses sortir. kemudian dilakukan penimbangan massa awal buah apel sebanyak 1000 gram pada satu sampel.

2. Pemotongan

Apel yang akan digunakan terlebih dahulu disortir atau dipilih buah apel yang kondisinya bagus dengan diameter 3-5 cm. pemotongan dilakukan untuk mempermudah proses penggorengan. Pada penelitian ini buah apel dipotong dengan ketebalan 3 mm. pemotongan buah apel menggunakan pisau secara manual dengan teknik memotong arah horizontal.

3. Pencucian

Setelah Pencucian bertujuan untuk menghilangkan kotoran yang melekat pada apel. Pencucian dilakukan dengan air mengalir.

4. Perendaman dengan air perasan jeruk.

Buah apel yang sudah di cuci, kemudian direndam dengan menggunakan perasan jeruk nipis sebanyak 3 kg, dan dilakukan pada semua faktor dan level.

5. Perendaman dengan larutan Ca(OH)_2

Perendaman dilakukan dengan 2 tingkat konsentrasi Ca(OH)_2 , yaitu (0%, 10%), dengan lama perendaman 30 menit. Lalu dimasukkan pada plastik klip.

6. Penggorengan

Penggorengan dilakukan dengan *vacuum frying* pada suhu $60 \pm 1^\circ\text{C}$ selama 70 menit, dengan tekanan 68 cmHg. Teknik penggorengan yang dilakukan adalah dengan pembuatan sekat didalam tabung mesin *vacuum frying* menggunakan *stainless steel* sebanyak 4 sekat. Ulangan pertama sebanyak 4 sampel dilakukan proses penggorengan terlebih dahulu secara bersamaan.

Pada mesin *vacuum frying* yang digunakan tidak memiliki kapasitas suhu yang tinggi. Pada uji coba penggorengan pada buah apel menggunakan waktu 60 menit tidak menunjukkan kerenyahan. Pada waktu 80 menit penggorengan buah apel terjadi perubahan warna hitam pada semua sampel.

7. Penirisan

Penirisan dilakukan setelah apel selesai digoreng dan segera dimasukkan dalam *spinner* untuk mengurangi kandungan minyak dalam keripik apel.

Penirisan atau pemutaran dengan menggunakan *spinner* ini dilakukan selama 10 menit.

3.5.Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan terhadap produk meliputi:

1. Uji Tekstur

Uji tekstur dilakukan dengan alat *Universal Testing Machine*. Prinsip kerja alat tersebut adalah dengan cara menekan atau menarik sampel melalui probe yang sesuai dengan aplikasi yang dikehendaki dengan *load cell* 50 gram.

2. Uji Warna

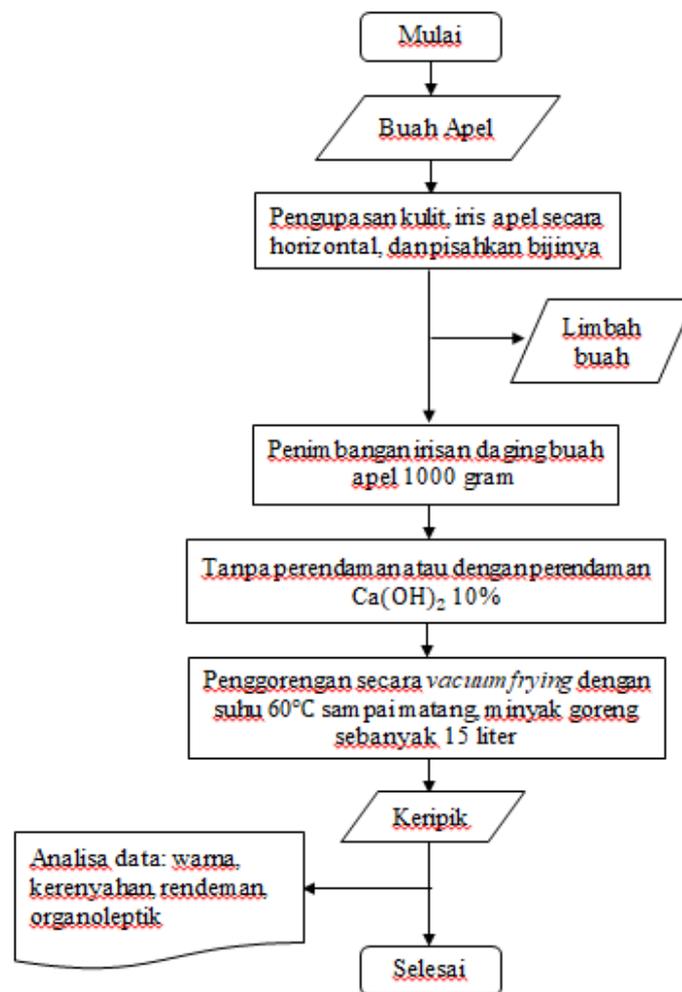
Menurut Hutchings (1999), pengukuran warna dilakukan menggunakan alat *chromameter* . pengukuran meliputi atribut warna CIELAB (L, a, b, C, °H, ΔE). L menunjukkan kecerahan dengan nilai 0 (gelap/ hitam) hingga 100 (terang/ putih), sedangkan a dan b adalah koordinat-koordinat *chroma*, dimana a untuk warna hijau (a negatif) sampai merah (a positif) dan b untuk warna biru (b negatif) sampai kuning (b positif). Total perubahan warna (ΔE) selama penyimpanan diperoleh dengan menggunakan rumus :

$$\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{\frac{1}{2}}$$

3. Organoleptik yang meliputi warna, rasa, kenampakan, kerenyahan.

Pengujian sifat organoleptik dilakukan dengan tingkat kesukaan menggunakan metode hedonik *scale* skoring (1 – Sangat tidak suka, 2 – Tidak suka, 3 –Netral, 4 – Suka, 5 – Sangat suka) dengan skala numerik 1-5 untuk membandingkan tingkat kesukaan terhadap warna, aroma, rasa, tekstur, dan bentuk dari sampel. Setiap panelis diminta untuk menuliskan seberapa jauh tingkat kesukaan dengan memberi kode (skor) pada pernyataan yang dianggap paling sesuai dengan skala numerik yang telah ditentukan. Jumlah panelis yang menguji 30 orang dan setiap panelis menguji 8 sampel yang berbeda sesuai perlakuan yang diberi kode. Didukung menurut Arief *et al* (2014) dengan jumlah peneliti tidak terlatih 30 orang.

Adapun prosedur analisa tekstur, warna dapat dilihat di Lampiran 1. Data kimia, fisika, organoleptik yang diperoleh kemudian dianalisa secara statistik dengan menggunakan analisa varian (ANOVA) dan apabila terdapat beda nyata pada interaksi kedua perlakuan maka dilakukan uji lanjut DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) dengan selang kepercayaan 5% atau 1% prosedur analisa total atau pemilihan terbaik menggunakan metode indeks efektifitas (De Garmo, 1984). Prosedur analisa, uji organoleptik dan pemilihan perlakuan terbaik dapat dilihat pada Lampiran 3, Lampiran 4, Lampiran 5, dan Lampiran 6.

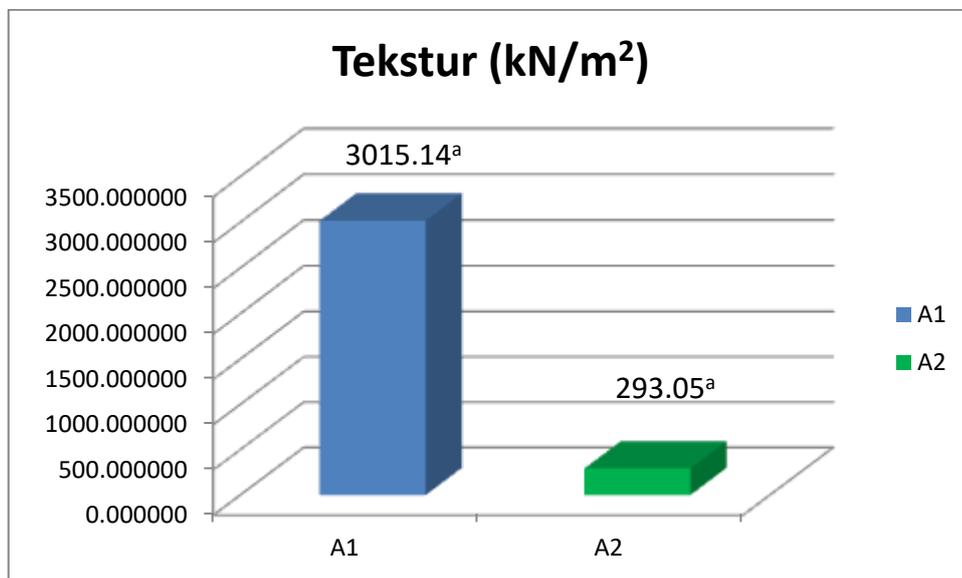


Gambar 3.5. Diagram alir penelitian pembuatan keripik apel

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Tekstur

Tekstur merupakan pengukuran yang dilakukan dengan memberikan gaya tekan pada keripik apel sehingga menghasilkan suatu kurva yang menunjukkan profil tekstur. Tekstur berarti kemampuan bahan tersebut menahan beban atau gaya yang diberikan kepada keripik apel juga tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa bahan tersebut mempunyai kecenderungan sulit patah. Bahan yang sulit patah relatif kurang renyah, sebaliknya jika daya patah rendah berarti kemampuan bahan tersebut untuk menahan beban atau gaya yang diberikan kepadanya juga rendah dan cenderung mudah patah, bahan yang mudah patah relatif lebih renyah. Rerata tekstur keripik apel yang dihasilkan berkisar antara $293,05^a$ sampai $3015,14^a$ kN/m^2 . Grafik tekstur keripik apel akibat perendaman dalam larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ berbagai konsentrasi pada Grafik 4.1.



Grafik 4.1. Tekstur keripik apel akibat perendaman dalam larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ berbagai konsentrasi.

Grafik 4.1. Menunjukkan tekstur keripik apel cenderung menurun dengan semakin tinggi konsentrasi $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Tekstur tertinggi didapat dari perlakuan perendaman $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 0% dengan nilai $3015140,^a$ kN/m^2 (A1) dan tekstur

terendah didapat dari perlakuan perendaman Ca(OH)_2 10% dengan nilai 293052,^a kN/m^2 (A2). Hasil analisis uji ANOVA menunjukkan perlakuan perendaman Ca(OH)_2 dalam berbagai konsentrasi dan interaksi tidak berpengaruh nyata terhadap tekstur karena nilai signifikan >0.005 .

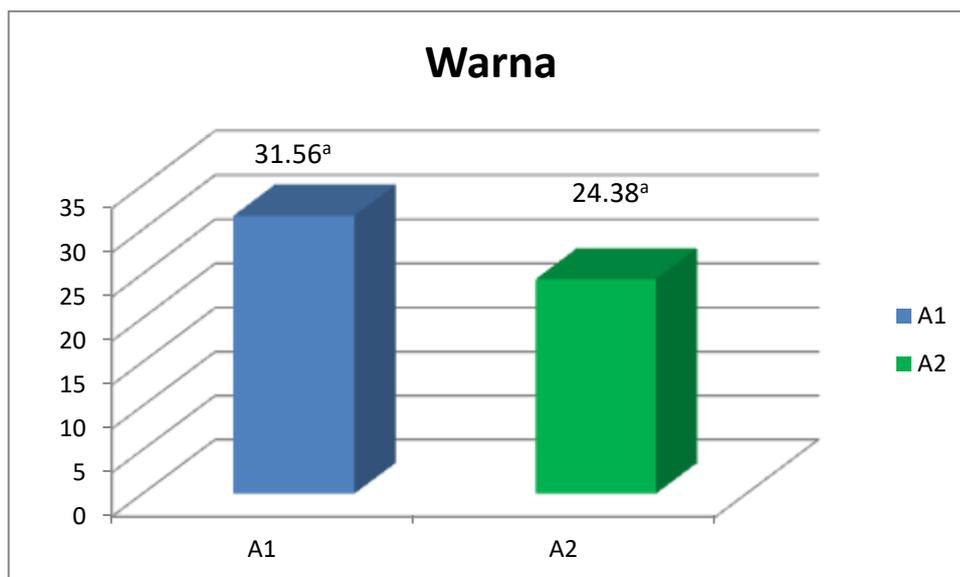
4.2. Warna

Warna merupakan suatu sifat bahan yang dianggap berasal dari penyebaran spektrum sinar warna, produk makanan olahan dipengaruhi oleh proses pengolahan khususnya proses pemanasan. Pengukuran warna keripik salak terdiri dari 3 parameter, yaitu kecerahan atau *lightness* (L), kemerahan (a) dan kekuningan (b).

Pra-perlakuan seperti *blansing*, pembekuan, antioksidan telah digunakan untuk mempertahankan warna, meningkatkan tekstur, dan mengurangi penyerapan minyak (Diamante *et al.*, 2012a, Diamante *et al* 2012b). Warna keripik apel dari kedua perlakuan tersebut secara kasat mata yang paling cerah adalah perlakuan tanpa penambahan Ca(OH)_2 . Mempertahankan warna alami buah adalah atribut kualitas produk yang penting untuk buah goreng vakum (Moreira, 2014).

4.2.1. Perubahan Warna ΔE^*

Analisis ΔE^* (Lampiran 5) dilakukan untuk mengetahui perubahan warna secara keseluruhan produk keripik apel pada penggorengan *vacuum frying* dengan lama perendaman larutan Ca(OH)_2 . Adapun hasil penelitian nilai perubahan warna ΔE^* dapat dilihat pada Grafik 4.2.1.



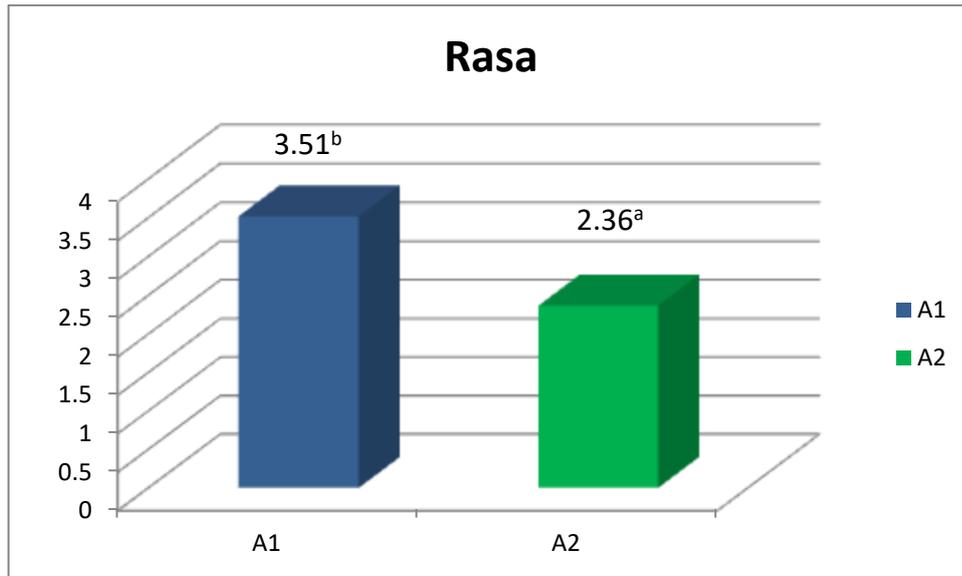
Grafik 4.2.1. Warna keripik apel akibat perendaman dalam larutan Ca(OH)_2 berbagai konsentrasi.

Warna tertinggi didapat dari perlakuan perendaman Ca(OH)_2 0% dengan nilai 31.56^a (A1) dan warna terendah didapat dari perlakuan perendaman Ca(OH)_2 10% dengan nilai 24.38^a (A2). Hasil analisis uji ANOVA menunjukkan perlakuan perendaman Ca(OH)_2 dalam berbagai konsentrasi dan interaksi tidak berpengaruh nyata terhadap warna karena nilai signifikan >0.005 .

4.3. Analisa Organoleptik

4.3.1. Rasa

Rasa merupakan salah satu variabel penentu dalam tingkat penerimaan panelis terhadap suatu produk. Rerata uji organoleptik terhadap rasa akibat pengaruh perlakuan perendaman larutan Ca(OH)_2 tidak suka sampai suka. Grafik nilai kesukaan panelis terhadap rasa keripik apel ditunjukkan pada Grafik 4.3.1.



Grafik 4.3.1. Organoleptik rasa keripik apel akibat perendaman dalam larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ berbagai konsentrasi.

Grafik 4.3.1. menunjukkan bahwa keripik apel yang paling disukai adalah keripik apel dengan perlakuan perendaman $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 0% b/v (A1) karena mempunyai angka tertinggi sebesar 3.51^b. Keripik apel yang mempunyai angka 2.36^a dengan perlakuan perendaman $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 10%b/v (A2). Keripik apel menunjukkan bahwa tingkat kesukaan terhadap rasa keripik apel cenderung semakin menurun dengan persentase penambahan larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yang semakin banyak, dari hasil uji DMRT 5% menunjukkan bahwa perlakuan perendaman $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan perlakuan pembekuan berpengaruh nyata terhadap rasa keripik apel.

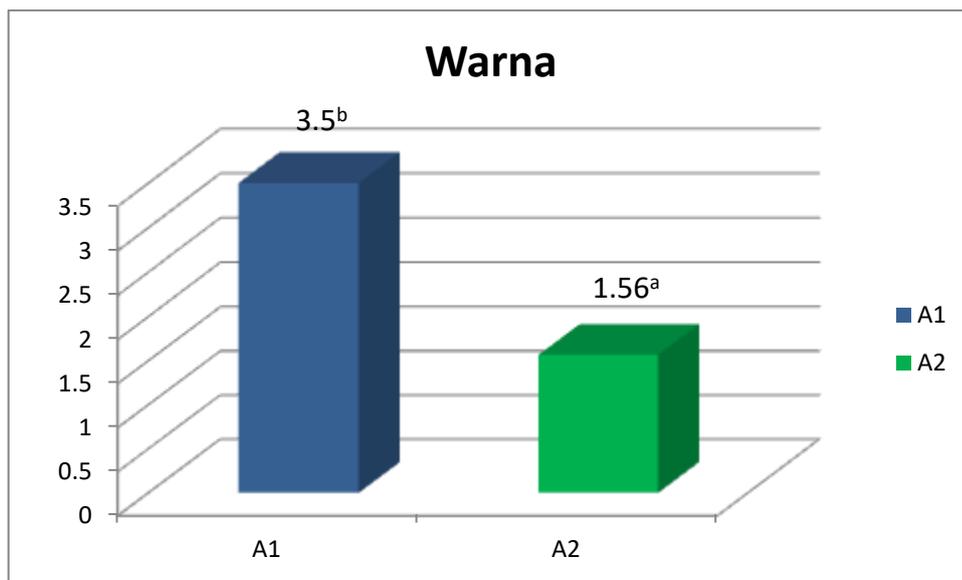
Hal ini dapat disebabkan karena semakin tinggi konsentrasi maka kesukaan terhadap rasa pada keripik apel semakin menurun dengan semakin meningkatnya konsentrasi $\text{Ca}(\text{OH})_2$. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dapat mempengaruhi rasa asli dari produk tersebut, didukung menurut Siregar, Setyohadi dan Nurminah, 2015 bahwa proses perendaman dapat membuat $\text{Ca}(\text{OH})_2$ terserap lebih banyak ke dalam bahan sehingga mempengaruhi penilaian panelis.

Menurut Suprpti (2015), perendaman bahan pangan menggunakan larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ jenuh dimaksudkan untuk menambah kerenyahan pada bahan pangan yang akan diolah, namun jika terlalu banyak dalam menggunakannya akan menimbulkan rasa pahit pada makanan.

Selain itu, juga dapat disebabkan karena proses penggorengan menggunakan *vacuum frying* (penggorengan hampa) dapat mempertahankan rasa buah apel yang agak getir. Didukung menurut Lastriyanto (1998), tekstur, rasa, aroma, dan kenampakan produk penggorengan hampa jauh lebih baik dibandingkan dengan pengeringan hampa. Kondisi vakum juga dapat menyebabkan penurunan titik didih minyak dari 110°C-200°C menjadi 50°C-60°C, sehingga dapat mencegah terjadinya perubahan rasa, warna, dan aroma dari bahan atau buah-buahan yang digunakan (Ruku, 2006).

4.3.2. Warna

Rerata uji organoleptik terhadap warna keripik apel akibat pengaruh penambahan larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ tidak suka sampai suka. Grafik rerata kesukaan warna keripik apel disajikan dalam Grafik 4.3.2.



Grafik 4.3.2. Organoleptik warna keripik apel akibat perendaman dalam larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ berbagai konsentrasi.

Tabel 4.3.2. Sampel warna keripik apel

No.	Perlakuan	Gambar
1.	A1	
5.	A2	

Grafik 4.3.2. menunjukkan bahwa keripik apel yang paling disukai adalah keripik apel dengan perlakuan perendaman Ca(OH)_2 0% (A1) karena mempunyai angka tertinggi sebesar 3.5^b. Keripik apel mempunyai angka terendah 1.56^a dengan perlakuan perendaman Ca(OH)_2 10%. Kesukaan terhadap warna keripik

apel cenderung semakin menurun dengan persentase penambahan larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yang semakin banyak, dari hasil uji DMRT 5% menunjukkan bahwa perlakuan perendaman $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan perlakuan pembekuan berpengaruh nyata terhadap warna keripik apel.

Semakin tinggi kapur sirih dan waktu perendamannya maka nilai organoleptik warna keripik apel yang dihasilkan akan semakin menurun. Hal ini disebabkan karena adanya perendaman larutan kapur sirih yang dilakukan sehingga perubahan warna pada keripik apel berubah dan karena adanya proses penggorengan yang menyebabkan terjadinya reaksi pencokelatan. Didukung menurut Hapsari dalam Ambarita dkk, 2013 semakin banyak persentase dan semakin lama waktu perendaman digunakan untuk proses gelatinisasi akan semakin melarutkan komponen kimia dalam sel sehingga memungkinkan gula dan protein untuk bereaksi menghasilkan pigmen berwarna coklat. Kapur sirih akan mempengaruhi kerusakan pada pigmen bahan yang membuat warna bahan menjadi berubah. Hal ini karena selama proses pengolahan, pigmen akan dipengaruhi oleh bahan kimia, fisik, dan mekanik (Winarno, 2008).

Hal ini juga berkaitan dengan tekanan rendah berarti kadar oksigen rendah sehingga mengurangi proses oksidasi, yang dapat menyebabkan warna menjadi gelap. Suhu rendah memperlambat reaksi pencokelatan non-oksidatif.

Menurut Ridhayani Yunus (2017), mengatakan bahwa perendaman larutan kapur sirih pada keripik pepaya yang dilakukan menyebabkan perubahan warna karena adanya proses penggorengan yang menyebabkan terjadinya reaksi pencokelatan sehingga warna keripik pepaya sesuai dengan warna keripik pepaya yang diinginkan.

Menurut Nicolas Tumbel (2017), mengatakan bahwa proses penggorengan pada suhu tinggi menyebabkan lebih banyaknya gula yang terkaramelisasi sehingga menimbulkan warna keripik lebih coklat. Disamping itu perubahan warna juga dipengaruhi oleh penguapan air bebas dan penurunan kadar sukrosa dari dalam padatan. Bilamana penguapan air bebas dan penurunan kadar sukrosa dari dalam padatan belum konstan sebelum kadar air dan kadar sukrosa mencapai 15% warna terus mengalami perubahan, namun ketika penguapan air bebas dan

penurunan kadar sukrosa mulai konstan atau di bawah 15% warna juga sudah cenderung konstan.

Hal tersebut terjadi karena dengan meningkatnya persentase larutan kapur sirih sehingga mengakibatkan terjadinya reaksi browning ketika proses penggorengan. Selain warna dapat memberikan petunjuk mengenai perubahan kimia dalam makanan seperti pencokelatan. Makanan yang kurang menarik sering diasumsikan memiliki rasa yang tidak enak (Isnaini dan Khamidah, 2010). Warna yang lebih pucat akan menimbulkan kesan produk belum matang, sedangkan warna terlalu cokelat menimbulkan kesan gosong (Meilianti dalam Reny, 2002).

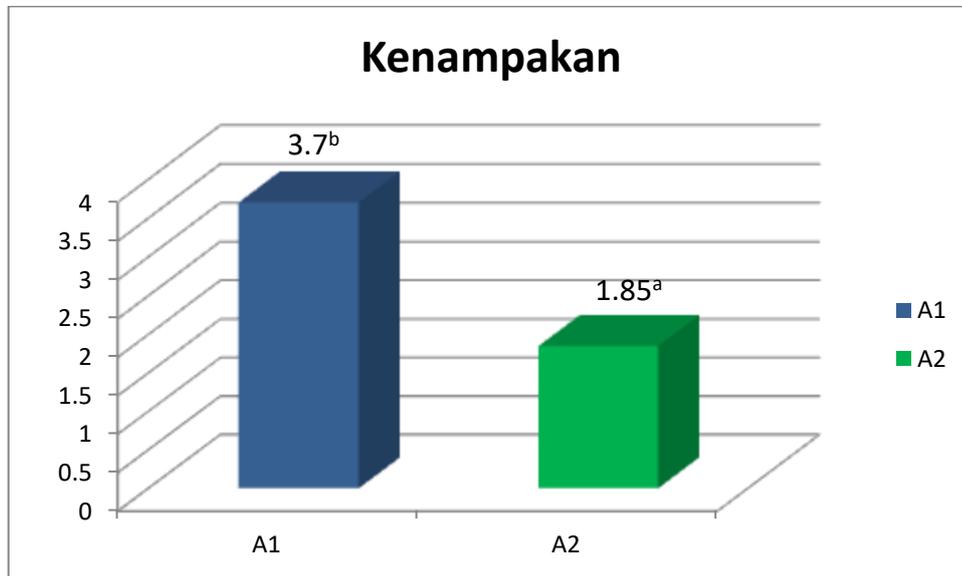
Grafik 4.3.2. menunjukkan bahwa sebagian besar panelis bersikap netral terhadap warna keripik apel yang dihasilkan. Kondisi vakum ini menyebabkan penurunan titik didih minyak dari 110°C-200°C menjadi 50°C-60°C, sehingga dapat mencegah terjadinya perubahan rasa, warna, dan aroma dari bahan atau buah-buahan yang digunakan (Ruku, 2006). Penggorengan hampa (*vacuum frying*) memberi banyak keuntungan bila dibanding dengan pengeringan hampa (Latriyanto, 1998). Disamping itu produk yang dihasilkan akan mempunyai warna yang lebih terang dibanding dengan produk yang dibuat dengan oven (Ranken *and* Kill, 1993).

4.3.3. Kenampakan

Kenampakan didefinisikan sebagai sifat visual bahan makanan yang meliputi warna, bentuk, ukuran, dan kesesuaian. Penilaian seorang terhadap suatu produk bahan makanan pertama-tama ditentukan dari kenampakan, namun demikian setelah bahan makanan tersebut dikecap *flavor* menjadi lebih penting dari sifat yang lain. Suatu produk yang mempunyai kenampakan menarik dapat menumbuhkan selera pada produk tersebut.

Jadi pada dasarnya kesan yang diperoleh dari kenampakan suatu produk sangat penting dan menentukan apakah suatu produk diterima atau ditolak. Produk yang berkualitas baik mempunyai warna kuning sangat cerah sampai cokelat cerah kemasan, bebas dari warna cokelat berat dan bintik-bintik kotoran (Piggot, 1984).

Rerata uji organoleptik terhadap kenampakan keripik apel akibat pengaruh penambahan larutan Ca(OH)_2 tidak suka sampai netral. Grafik rerata kesukaan kenampakan keripik apel disajikan dalam Grafik 4.3.3.



Grafik 4.3.3. Organoleptik kenampakan keripik apel akibat perendaman dalam larutan Ca(OH)_2 berbagai konsentrasi.

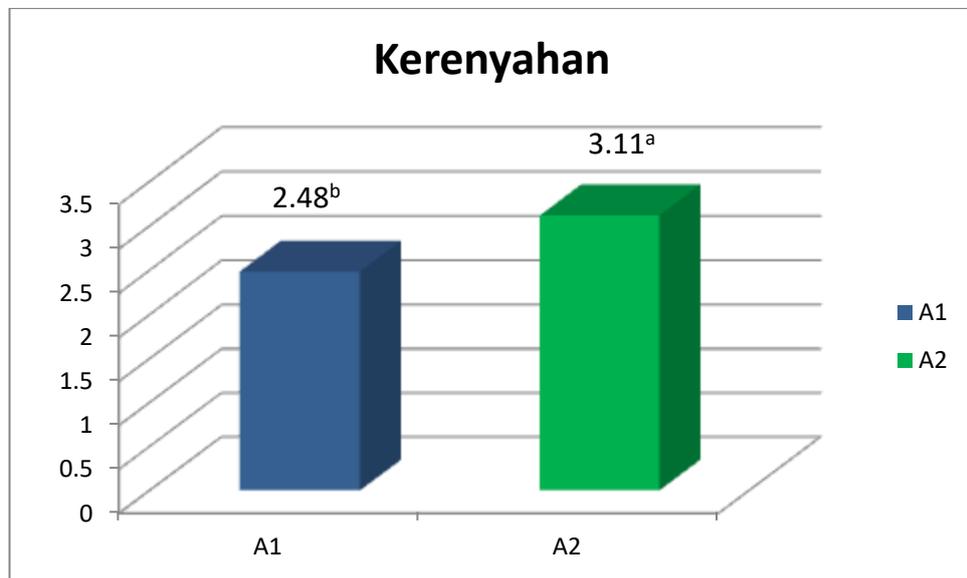
Grafik 4.3.3. menunjukkan bahwa keripik apel yang paling disukai adalah keripik apel dengan perlakuan perendaman Ca(OH)_2 0% (A1) karena mempunyai angka tertinggi sebesar 3.7^b. Keripik apel mempunyai angka terendah 1.85^a dengan perlakuan perendaman Ca(OH)_2 10% (A2). Kesukaan terhadap kenampakan keripik apel cenderung semakin menurun dengan persentase penambahan larutan Ca(OH)_2 yang semakin banyak dan lama waktu pembekuan dalam *freezer*, dari hasil uji DMRT 5% menunjukkan bahwa perlakuan perendaman Ca(OH)_2 dan lama pembekuan berpengaruh nyata terhadap kenampakan keripik apel, tetapi penilaian panelis terhadap kenampakan keripik apel berpengaruh nyata.

Grafik 4.3.3. menunjukkan bahwa sebagian besar panelis bersikap tidak suka dan netral terhadap warna keripik apel yang dihasilkan. Hal ini diduga karena karakteristik dari buah apel yang mudah *browning* sehingga mengurangi nilai kenampakan dari keripik apel yang dihasilkan.

4.3.4. Kerenyahan

Kerenyahan merupakan salah satu parameter dalam pengujian produk biskuit. Kerenyahan pada produk pangan dapat dihubungkan dengan kadar air. Hal ini disebabkan karena semakin banyak air yang diuapkan pada saat pemanggangan akan terbentuk rongga-rongga udara sehingga produk yang dihasilkan semakin renyah (Amertaningtyas, 2011).

Rerata uji organoleptik terhadap kerenyahan keripik apel akibat pengaruh penambahan larutan Ca(OH)_2 tidak suka sampai netral. Grafik rerata kesukaan kerenyahan keripik apel disajikan dalam Grafik 4.3.4.



Grafik 4.3.4. Organoleptik kerenyahan keripik apel akibat perendaman dalam larutan Ca(OH)_2 berbagai konsentrasi.

Grafik 4.3.4. menunjukkan bahwa tingkat kesukaan terhadap kerenyahan keripik apel cenderung semakin meningkat dengan persentase penambahan larutan Ca(OH)_2 yang semakin banyak, dari hasil uji DMRT 5% menunjukkan bahwa perlakuan perendaman Ca(OH)_2 dan lama pembekuan berpengaruh nyata terhadap kerenyahan keripik apel, juga penilaian panelis memberikan pengaruh sangat nyata terdapat tingkat perbedaan kerenyahan keripik apel, karena nilai signifikan <0.005 .

Rangking rata-rata menunjukkan bahwa keripik apel yang paling disukai adalah keripik apel dengan perlakuan perendaman Ca(OH)_2 10% b/v (A2) karena

mempunyai angka tertinggi sebesar 3.11^a. Keripik apel mempunyai angka terendah 2.48^b dengan perlakuan perendaman Ca(OH)₂ 0% (A1). Sebagian besar panelis bersikap tidak suka dan netral terhadap kerenyahan keripik apel yang dihasilkan.

Grafik 4.3.4. menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan Ca(OH)₂ pada saat perendaman nilai rerata kerenyahan semakin tinggi. Hal ini diduga disebabkan ion kalsium memperkuat dinding sel dan dapat memperbaiki tekstur yang lunak, semakin tinggi konsentrasi Ca(OH)₂ maka memberikan peluang bagi ion Ca⁺⁺ masuk kedalam jaringan sel bahan. Fennema (1985) menyatakan bahwa untuk memperoleh tekstur yang lebih keras dapat ditambahkan garam Ca. perendaman dalam larutan garam Ca akan mempertahankan tekstur terhadap suhu pemanasan bahkan dapat memperbaiki tekstur yang lunak (Luh and Woodroof, 1975). Siswoputranto (1995) menyatakan bahwa pemakaian larutan kalsium khlorida sangat nyata dapat mengurangi kandungan minyak produk dan dapat memperbaiki kerenyahan produk akhir.

Kerenyahan adalah salah satu parameter tekstur yang sangat dipengaruhi oleh kadar air bahan. Purnomo (1995) menjelaskan bahwa studi tentang pengaruh kondisi air dari bahan kering menunjukkan kadar air dari bahan tersebut berperan utama pada sifat-sifat tekstur bahan pangan tersebut. Haryono (1979) dalam Evawati (1997), menyatakan bahwa sejumlah air dalam rongga antar sel dapat mengurangi kekakuan sel sehingga akan meningkatkan tekstur dan mengurangi kerenyahan. Kerenyahan dari bahan pangan yang digoreng berhubungan dengan daya kembang, kadar air dan daya patah. Tingkat kerenyahan yang tinggi maka akan meningkatkan daya kembang tapi menurunkan kadar air dan daya patah suatu produk (Nabil, 1983) dalam (Rahayu, 1989). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Jamaludin, dkk, suhu dan tekanan vakum mempengaruhi tingkat kekerasan dan kerenyahan dari produk nangka, penguapan air serta penurunan kadar pati selama proses penggorengan. Laju perubahan kadar air juga mempengaruhi kerenyahan produk. Menurut Setiawan (dalam Koswara, 2009) kerenyahan juga dipengaruhi oleh pemanasan pada suhu tinggi pada proses penggorengan keripik talas sutera, sehingga semakin rendah kadar air yang dihasilkan maka keripik yang dihasilkan semakin renyah.

Pada buah, pektin akan mengikat kapur sirih sehingga tekstur buah berubah menjadi keras (Yunus, Syam dan Jamaluddin, 2017). Menurut Suprapti (2005), kapur sirih termasuk ke dalam zat firming agent, yaitu bahan kimia yang berfungsi sebagai penguat jaringan bahan. Pinus Lingga (1995) menyatakan bahwa air kapur sirih dapat menurunkan senyawa oksalat dalam talas dan memberikan kerenyahan (tekstur) yang baik untuk keripik.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Tekstur tertinggi didapat dari perlakuan perendaman Ca(OH)_2 0% dengan nilai $3015,14^a \text{ N/m}^2$ (A1). Warna tertinggi didapat dari perlakuan perendaman Ca(OH)_2 0% dengan nilai 31.56^a (A1)
2. Keripik apel yang paling disukai pada uji organoleptik rasa adalah keripik apel dengan perlakuan perendaman Ca(OH)_2 0% b/v (A1) karena mempunyai angka tertinggi sebesar 3.51^b . Keripik apel yang paling disukai pada uji organoleptik warna adalah keripik apel dengan perlakuan perendaman Ca(OH)_2 0% (A1) karena mempunyai angka tertinggi sebesar 3.5^b . Keripik apel yang paling disukai pada uji organoleptik kenampakan adalah keripik apel dengan perlakuan perendaman Ca(OH)_2 0% b/v (A1) karena mempunyai angka tertinggi sebesar 3.7^b . Keripik apel yang paling disukai pada uji organoleptik kerenyahan adalah keripik apel dengan perlakuan perendaman Ca(OH)_2 10% b/v (A2) karena mempunyai angka tertinggi sebesar 3.11^a .
3. Pengaruh perlakuan perendaman Ca(OH)_2 dalam berbagai konsentrasi dan interaksi tidak berpengaruh nyata terhadap tekstur, warna. Perlakuan perendaman Ca(OH)_2 berpengaruh nyata terhadap uji organoleptik rasa, warna, kenampakan, kerenyahan pada keripik apel.

5.2. Saran

Penelitian yang dilakukan masih terdapat beberapa kendala dan kelemahan sehingga disarankan hal sebagai berikut:

1. Disarankan untuk menggunakan suhu penggorengan yang berbeda.
2. Disarankan untuk mengetahui terlebih dahulu efisiensi mesin pada saat di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul, FM dan Y. Bachtiar. 2004. *Membuat Aneka Manisan Buah*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Agroteknologi. (2017). Pengaruh Cahaya Terhadap Ketebalan dan Luas Daun (Online). Tersedia: agroteknologi.web.id/pengaruh-cahaya-terhadap-ketebalandaan-luas-daun/.
- Asiah, N., Handayani, D. 2018. Pengaruh konsentrasi dan waktu perendaman dengan larutan kalsium hidroksida terhadap mutu sensori produk vacuum frying buah nanas. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 7(2):78-82. DOI:10.17728/jatp.2907.
- Ayustaningwarno, F., Dekker, M., Fogliano, V., Verkerk, R. 2018. Effect of vacuum frying on quality attributes of fruits. *Food Engineering Reviews* 10:154–164. DOI:10.1007/s12393-018-9178-x.
- Dadan, Harjana. 2016. Kandungan Gizi dan Manfaat Kangkung. Diakses pada 16 Maret 2017, dari <http://manfaatnyasehat.blogspot.co.id/2014/01/kandungan-gizi-dan-manfaat-kangkung.html>.
- Desrosier, N. W. 1998. *Element of Food Technology*. The AVI Publishing Co, Inc. Westport. Connecticut.
- Diamante, L.M., Savage, G.P., Vanhanen, L. 2012a. Optimisation of vacuum frying of gold kiwifruit slices: application of response surface methodology. *International Journal Food Science Technology* 47:518–524. DOI:10.1111/j.1365- 2621.2011.02872.x.
- Diamante L.M., Savage, G.P., Vanhanen, L., Ihns, R. 2012b. Vacuum-frying of apricot slices: effects of frying temperature, time and maltodextrin levels on the moisture, color and texture properties. *Journal Food Process Preservation* 36:320–328. DOI:10.1111/j.1745-4549.2011.00598.x.
- Evawati, A. A. 1997. *Mempelajari Proses Pmebuatan Keripik Ubi Kayu (Manihot esculenta)*. Jurusan Teknologi Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Gleen G.M & B.V Pooviah. 1989. Culticlar Properties and Postharvest Calcim Application Influence Cracking of Sweet Cherries. *Journal of Amer Soc. Hortic. Sci.* 114: 781-788.
- Hariono, B., Kurnianto, M.F., Bakri, A., Ardiansyah, M., Wijaya, R. 2018. Improvement of sensory and chemistry quality of fried edamame by freezing. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*

207. Institute of Physics Publishing. DOI:10.1088/1755-1315/207/1/012048.
- Hui, Y. H. 1992. Encyclopedia of Food Science Tecnology. Volume I. John Willey and Sons, Inc. New York.
- Ilmi, I. M. B., Ali K., Sri A. Marliyati. 2015. Kualitas Minyak Goreng Dan Produk Gorengan Selama Penggorengan Di Rumah Tangga Indonesia. Jurnal Aplikasi Pangan 4 (2) 2015. Indonesia Food Technologist. Bogor
- Izumi, H and E.W Alley. 1995. Calcium Treatment to Maintain Quality of Zuchini Squash Slices. J. Food Sci., 60 (4): 789-793.
- Ketaren, S. 1986. Pengantar Teknologi Minyak Dan Lemak Pangan. UI Press, Jakarta.
- Ketaren, S. 2005. Pengantar Teknologi Minyak Dan Lemak Pangan. UI Press. Jakarta
- Lastriyanto Anang, 1996. Penggorengan Buah Secara Vakum (Vacuum Frying) Dengan Menerapkan Pemvakum “Water-Jet”. Makalah Pada Seminar Nasional Pangan Dan Gizi Kongres Patpi 1996 Di Kampus Universitas Gajah Mada Yogyakarta, Tanggal, Pp: 10-11.
- Lastriyanto, A. 1998. Sistem Penggorengan Hampa Dengan Water Jet. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang.
- Lastriyanto, A., S. Soeparman, R. Soenoko, H.S. Sumardi. 2013. Analysis Frying Constant Of Pineapples Vacuum Frying. World Applied Sciences Journal 23 (11): 1465- 1470, 2013
- Lastriyanto, A., Argo, B.D., Pratiwi, R.A. 2019. Karakteristik fisik dan protein fillet daging ikan lele beku (*Clarias batrachus*) hasil penggorengan vakum. Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem 7(1):87-96. DOI:10.21776/ub.jkptb.
- Lawson, H. 1995. Food Oils and Fats. vChapman & Hall ITP An International Thompson Publishing Company. New York.
- Lee, Chang Y. 2012. Common Nutrients And Nutraceutical Quality Of Apples New York Fruit Quarterly . Volume 20 . Number 3 . Fall 2012 Department Of Food Science Cornell University
- Machado, E.R.,Marmesat, S., Abrantes, S. And Dobarganes, C. 2007. Uncontrolled Variables In Frying Studies : Differences In Repeatibility In Thermo Oxidation And Frying Experiment.Grasas Y Ac. 58(3) Page 283 - 288.

- Matz, S. A. 1984. *Snack Food Technology*. Second Edition. AVI Publishing Company, Inc. Westport. Connecticut.
- Moreira, R.G. 2014. Vacuum frying versus conventional frying-An overview. *European Journal Lipid Science Technology* 116:723-734. DOI:10.1002/ejlt.201300272.
- Oktaviani, N.D. (2006). Hubungan Lamanya Pemanasan Dengan Kerusakan Minyak Goreng Curah Ditinjau Dari Bilangan Peroksida. [Http://Www.Eprints.Ums](http://Www.Eprints.Ums).
- Park Y-S, Im, M.H., Ham, K.S., Kang, S.G., Park, Y.K., Namiesnik, J., Leontowicz, H., Leontowicz, M., Trakhtenberg, S., Gorinstein, S. 2015. Quantitative assessment of the main antioxidant compounds, antioxidant activities and FTIR spectra from commonly consumed fruits, compared to standard kiwi fruit. *Lwt-Food Science Technology* 63:346–352. DOI:10.1016/j.lwt.2015.03.057.
- Pinthus. E.J., Weinberg. P and I.S. Saguy. 1993. Effective water Diffusivity in deep-Fat Fried Restructured Potato Product. *Int. J.Food Sci. Technol.* 32: 235-240.
- Pinus Lingga, 1995. Seminar Nasional Hasil Penelitian Bidang Teknologi dan Teknologi Pertanian, ” Bertanam Ubi-ubian” Jakarta. Penebar Swadaya.
- Purnomo, H. 1995. *Aktivitas Air dan Peranannya dalam Pengawetan Pangan*. UI Press. Jakarta.
- Rahayu, E. S. 1989. *Pengaruh Penggunaan Telur Terhadap Daya Kembang dan Sifat Organoleptik Kerupuk Telur*. Skripsi. FTP. Univeristas Brawijaya. Malang.
- Ranken, M. D. and R. C. Kill. 1993. *Food Industries Manual*. Blackie Akadmic & Profesional. London.
- Rekna Wahyuni, (2012). PENGARUH PERSENTASE DAN LAMA PERENDAMAN DALAM KAPUR SIRIH (CaOH₂) TERHADAP KUALITAS KERIPIK TALAS KETAN (Colocasia esculanta). *AGROMIX*, 3(1). <https://doi.org/10.35891/agx.v3i1.748>.
- Ruku, Subaedah. 2006. Gelar Teknologi Penggunaan Alat Penggoreng Vakum. Staf Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Sulawesi Tenggara. *Warta - Wiptek*, Volume 14 Nomor 02 Juli 2006, ISSN 08544662

- Siregar, N. E. dkk.2015. Pengaruh Konsentrasi Kapur Sirih (Kalsium hidroksida) dan Lama Perendaman terhadap Mutu KeripikBiji Durian. J. Rekayasa Pangan dan Pert., vol. 3, nomor 2, (<http://download.portalgaruda.org/article.php?article=382008&val=4140&title=Effectt%20of%20The%20Lime%20Concentration%20and%20Soaking%20Time%20on%20the%5the%20Quality%20of%20Durian%20Stone%20Chips>, diakses 12 April2017).
- Siswoputranto, L. D. 1985. Teknologi Pasca Panen dalam Kentang. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Balai Penelitian Hortikultura. Lembang
- Soekarto, S. T. 1985. Penelitian Organoleptik untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian. Penerbit Bhaskara Karya Aksara. Jakarta.
- Soelarso, B. 1997. Budidaya Apel. Pt. Kanisius, Yogyakarta.
- Supapvanich, S., Megia, R., Ding, P. 2011. Salak (*Salacca zalacca* (Gaertner) Voss. In book: Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits (pp.334-350), Chapter 16. Publisher: Woodhead Publishing Limited, UK. DOI:10.1533/9780857092618.334.
- Suprapti. 2005. Aneka Olahan Pepaya Mentah Dan Mengkal. Yogyakarta. Penerbit Kanisius
- Susanto, Wahono Hadi, Bagus Rakhmad. 2011. Pengaruh Varietas Apel (*Malus Sylvestris*) Dan Lama Fermentasi Oleh Khamir *Saccharomyces Cerivisiae* Sebagai Perlakuan Pra Pengolahan Terhadap Karakteristik Sirup. Jurnal Teknologi Pertanian 12 (3) : 135 – 142.
- Tumbel, N., Hilda, F.G., Manurung, K.S. 2015. Uji kinerja alat penggoreng vakum yang diaplikasi pada buah nangka (*Artocarpus integra*) Jurnal Penelitian Teknologi Industri 7(2):129-148. DOI:10.33749/jpti.v7i2.4811.
- USDA .Nutrient Database. Raw Apple. <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/>
- Wijoyo.2008. Kendala Literasi. Jakarta: Sagung Seto.
- Wiley, Blackwell, 2012. Food Biochemistry and Food Processing, 2nd (ed). New York
- Winarno, F.G.. 1997. Kimia Pangan Dan Gizi. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Winarno, F., G., 2004. Kimia Pangan Dan Gizi. Penerbit PT Gramedia, Jakarta.
- Winarno F.G., 2008, Kimia Pangan dan Gizi, Bogor. mBio Press.

Yunus, R., Syam, H. dan Jamaluddin (2017) “Pengaruh persentase dan lama perendaman dalam larutan kapur sirih Ca(OH)_2 Terhadap kualitas keripik pepaya (*Carica papaya* L.) dengan vacuum frying,” Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian, 3, hal. 221–233. doi: 10.26858/jptp.v3i0.5721.

Lampiran 1. Prosedur Analisa

1. Tekstur (Bourne, 1976)

- Diukur diameter dan ketebalan bahan
- Bahan diletakkan secara tegak lurus terhadap permukaan alat pengukur penetrometer tipe *Brazilient test*.
- Digerakkan hingga permukaan tersebut menekan sampel hingga patah dan dicatat angka yang ditunjukkan pada mikrometer.
- Rumus perhitungan tekstur :

$$\sigma = \frac{2 F}{\pi DL}$$

Keterangan :

- σ : Daya patah (kg. cm^2)
- F : Nilai pada mikrometer (kg)
- π : 3.14
- D : Diameter bahan (cm)
- L : Tebal bahan (cm)

2. Warna

- Pengukuran dilakukan kalibrasi terlebih dahulu terhadap alat dengan menggunakan plat berwarna putih atau *calibration plate*.
- Setelah proses kalibrasi, dilanjutkan dengan pengukuran atribut warna pada sampel.
- Sampel disiapkan sebanyak ± 20 ml ke dalam cawan petri dengan ukuran diameter yang sama,
- Kemudian diukur atribut warna dengan *chromameter*.

$$\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{\frac{1}{2}}$$

Lampiran 2. Prosedur Uji Organoleptik

Uji organoleptik dilakukan terhadap produk keripik apel meliputi warna, rasa, kenampakan, dan kerenyahan oleh 30 panelis. Daftar pertanyaan diajukan menurut hedonik *scale* seoring dan hasilnya dinyatakan dalam angka yaitu :

Skala Numerik	Skala Hedonik
1	Sangat Tidak Suka
2	Tidak Suka
3	Netral
4	Suka
5	Sangat Suka

Contoh Lembar Uji Organoleptik

LEMBAR UJI ORGANOLEPTIK

Nama Penguji :

Hari/ Tanggal :

Produk yang diuji :

Amati sampel-sampel yang ada kemudian saudara diminta memberikan penilaian secara jujur dengan skala numerik pada atribut yang telah ditetapkan.

No.	Kode	Rasa	Warna	Kenampakan	Kerenyahan

Untuk atribut rasa, warna, kenampakan, dan kerenyahan :

Skala Numerik

Skala Hedonik

- | | |
|---|-------------------|
| 1 | Sangat Tidak Suka |
| 2 | Tidak Suka |
| 3 | Netral |
| 4 | Suka |
| 5 | Sangat Suka |

Komentar :

.....

Lampiran 3. Uji ANOVA Tekstur

ANOVA

Tekstur

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	7409762701101 .564	1	7409762701101 .564	1.271	.377
Within Groups	1165878348163 5.668	2	5829391740817 .834		
Total	1906854618273 7.234	3			

Lampiran 4. Hasil Data ANOVA Uji Warna

Perlakuan	ΔL	Δa	Δb	ΔE
A1B1U1	34.00	5.09	16.57	38.16
A1B1U2	34.67	8.58	21.91	24.96
A2B1U1	22.18	-1.21	7.38	23.40
A2B1U2	23.15	2.87	9.98	25.37

ANOVA

Aspek Warna

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	51.481	1	51.481	1.156	.395
Within Groups	89.060	2	44.530		
Total	140.541	3			

Lampiran 5. ANOVA Organoleptik (Rasa, Warna, Kerenyahan, Kenampakan)

		ANOVA				
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Aspek Rasa	Between Groups	39.675	1	39.675	161.901	.000
	Within Groups	28.917	118	.245		
	Total	68.592	119			
Aspek Warna	Between Groups	112.133	1	112.133	445.013	.000
	Within Groups	29.733	118	.252		
	Total	141.867	119			
Aspek Kerenyahan	Between Groups	10.800	1	10.800	21.395	.000
	Within Groups	59.567	118	.505		
	Total	70.367	119			
Aspek Kenampakan	Between Groups	112.133	1	112.133	567.074	.000
	Within Groups	23.333	118	.198		
	Total	135.467	119			

Aspek Organoleptik

Duncan^a

Aspek Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
A2	60	2.3667	
A1	60		3.5167
Sig.		1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 60.000.

Lampiran 6. Data Organoleptik

A1	RASA	WARNA	KERENYAHAN	KENAMPAKAN
1	3	4	2	4
2	4	4	2	4
3	4	4	2	4
4	4	4	2	4
5	4	4	2	4
6	3	4	2	4
7	3	4	2	4
8	4	4	2	4
9	4	4	2	4
10	4	4	2	4
11	4	4	2	4
12	4	4	2	3
13	3	4	2	3
14	3	4	2	4
15	3	4	2	4
16	3	3	2	4
17	3	3	3	4
18	3	3	3	4
19	4	3	3	4
20	4	3	3	4
21	4	3	3	4
22	4	3	3	4
23	4	3	3	3
24	3	3	3	3
25	3	3	3	4
26	4	3	3	4
27	4	3	3	3
28	3	3	3	3
29	3	4	3	3
30	3	4	3	4
TOTAL	106	107	74	113
RERATA	3.533333333	3.566666667	2.466666667	3.766666667

A1	RASA	WARNA	KERENYAHAN	KENAMPAKAN
1	3	3	2	3
2	3	3	2	3
3	3	3	2	4
4	3	3	2	4
5	4	3	3	4
6	4	3	3	4
7	4	4	3	4
8	4	4	3	3
9	3	4	3	4
10	3	4	2	4
11	3	4	2	4
12	4	4	2	3
13	4	4	3	4
14	4	3	3	3
15	3	3	3	3
16	3	3	3	4
17	4	3	3	4
18	4	3	2	3
19	4	3	2	4
20	3	3	2	4
21	3	4	2	3
22	3	4	2	4
23	3	4	2	4
24	3	4	3	4
25	3	4	3	4
26	4	3	3	3
27	4	3	3	4
28	4	3	3	3
29	4	4	2	4
30	4	3	2	3
TOTAL	105	103	75	109
RERATA	3.5	3.433333333	2.5	3.633333333

A2	RASA	WARNA	KERENYAHAN	KENAMPAKAN
1	2	2	2	2
2	2	1	4	2
3	2	1	2	2
4	2	1	2	2
5	2	1	4	2
6	3	1	3	2
7	3	2	3	2
8	3	2	3	2
9	2	1	3	1
10	2	1	4	1
11	2	1	4	1
12	2	1	2	1
13	2	1	2	2
14	2	2	4	2
15	2	2	4	2
16	2	2	2	2
17	2	2	2	2
18	2	2	2	2
19	2	1	2	1
20	2	1	4	1
21	3	1	4	2
22	3	1	4	2
23	3	2	4	2
24	3	2	2	2
25	3	2	3	2
26	3	2	3	2
27	2	2	3	2
28	2	2	3	2
29	2	2	4	2
30	2	2	4	2
TOTAL	69	46	92	54
RERATA	2.3	1.533333333	3.066666667	1.8

A2	RASA	WARNA	KERENYAHAN	KENAMPAKAN
1	2	2	3	2
2	2	2	4	2
3	2	2	3	2
4	3	2	3	2
5	3	2	4	2
6	3	2	4	2
7	3	1	4	2
8	2	1	4	2
9	2	1	4	2
10	2	1	4	2
11	2	1	4	2
12	2	1	2	1
13	2	1	3	1
14	3	2	4	1
15	3	2	3	1
16	3	2	2	1
17	3	2	2	1
18	3	2	2	1
19	2	2	3	1
20	2	2	3	2
21	2	1	2	2
22	2	1	4	2
23	2	1	4	2
24	3	1	2	2
25	3	1	4	2
26	3	2	2	2
27	2	2	4	2
28	2	2	4	2
29	2	2	2	2
30	3	2	2	2
TOTAL	73	48	95	52
RERATA	2.433333333	1.6	3.166666667	1.733333333