

**KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA *FRUIT LEATHER* APEL MANALAGI
(*Malus sylvestris mill*) DENGAN SUBSTITUSI PISANG CANDI (*Musa
paradisiaca*) DAN PENAMBAHAN KONSENTRASI GUM ARAB**

TESIS

**Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Magister**

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN



**LILIANI PUSPANINGRUM
NIM. 146100100111010**

PROGRAM MAGISTER TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG
2018**



IDENTITAS TIM PENGUJI

Judul Tesis : Karakteristik Fisikokimia *Fruit Leather* Apel Manalagi (*Malus sylvestris mill*) dengan Substitusi Pisang Candi (*Musa paradisiaca*) dan Penambahan Konsentrasi Gum Arab

Nama Mahasiswa : Lilianti Puspaningrum

NIM : 146100100111010

Minat Ilmu Studi : Ilmu dan Teknologi Pangan (ITP)

Jurusan : Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas : Teknologi Pertanian

Universitas : Brawijaya

TIM DOSEN PEMBIMBING

1. Pembimbing I : Dr.Ir. Sudarminto Setyo Yuwono, M.App.Sc

2. Pembimbing II : Dr. Erryana Martati, STP.,MP

TIM DOSEN PENGUJI

1. Penguji I : Dr. Ir. Elok Zubaidah, MP

2. Penguji II : Dr. Widya Dwi Rukmi Putri, STP.,MP

Tanggal Pengujian : 05 Juni 2018



RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap Lilianti Puspaningrum. Lahir di Bandung, Jawa Barat pada 6 November 1987. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SDN 1 Way Halim Permai, Bandar Lampung lulus pada tahun 1999. Sekolah Menengah Pertama di SMP AL-Azhar 3 Bandar Lampung lulus di tahun 2002. Sekolah Menengah Atas di SMA Al-Kautsar Bandar Lampung lulus di tahun 2005. Pada tahun 2005 penulis diterima sebagai mahasiswa S1 Teknologi Hasil Pertanian di Universitas Muhammadiyah Malang, Malang dan lulus pada tahun 2009. Pada tahun 2014 penulis melanjutkan studi Magister Teknologi Hasil Pertanian dengan Minat Ilmu dan Teknologi Pangan (ITP) di Universitas Brawijaya, Malang.



Lilianti Puspaningrum. 146100100111010. Karakteristik Fisikokimia *Fruit Leather* Apel Manalagi (*Malus Sylvestris Mill*) dengan Substitusi Pisang Candi (*Musa Paradisiaca*) Dan Penambahan Konsentrasi Gum Arab. Pembimbing: Dr. Ir Sudarminto S. Yuwono, M.App.Sc dan Dr. Erryana Martati, STP., MP.

RINGKASAN

Fruit Leather merupakan salah satu olahan yang berbahan dasar buah-buahan yang dihaluskan (*bubur buah*) dengan cara mengurangi kadar air dari produk tersebut. Buah apel manalagi kaya akan vitamin C, vitamin B1, vitamin A, fosfor, kalsium, Besi dan lain-lain. Meski *fruit leather* apel mudah dan sederhana, tetapi memiliki kelemahan bila tidak ada penambahan bahan lain sehingga kualitas serta warna yang dihasilkan kurang menarik. Oleh sebab itu dibutuhkan kombinasi beberapa buah untuk menambah kualitas *fruit leather*. Pisang merupakan buah unggulan dan produksinya paling tinggi di antara buah-buahan tropis di Indonesia. Sekitar 70% pisang yang diproduksi digunakan untuk makanan sedangkan sisanya dibuang karena pisang mengalami kebusukan selama penyimpanan. Masalah yang sering timbul pada *fruit leather* adalah plastisitasnya yang kurang baik, sehingga dibutuhkan zat penstabil dalam pembuatannya. Gum arab merupakan campuran dari polisakarida yang memiliki fungsi utama sebagai penstabil pada bahan pangan dan juga dapat memperbaiki tekstur produk *fruit leather* menjadi lebih plastis. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui karakteristik penambahan pisang candi dan gum arab dalam pembuatan *fruit leather* apel manalagi sehingga mendapatkan produk *fruit leather* yang baik yang dapat diterima konsumen.

Pada tahapan I dan II penelitian menggunakan rancangan percobaan RAL (Rancangan Acak Lengkap). Pada tahap I terdiri dari 4 perlakuan (formulasi apel manalagi dan pisang candi) yaitu: 100% apel; 85%:15%; 70%:30% dan 55%:45%. Pada tahap II pengaruh penambahan penstabil gum arab terhadap *fruit leather* yang dihasilkan didapatkan 5 perlakuan konsentrasi yaitu 0%, 0,75%, 1,5%, 2,25% dan 3%. Pada tahap III penelitian dilakukan dengan membandingkan 3 *fruit leather* terbaik yaitu *fruit leather* 100% apel, *fruit leather* 70% apel : 30% pisang dan *fruit leather* 70% apel : 30% pisang dengan gum arab 1,5%. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian fisik dengan *Total Profile Analysis* (TPA), serta pengujian kimia dan sensoris menggunakan metode *Rate All That Apply* (RATA).

Hasil penelitian tahap I menunjukkan penambahan pisang candi terbaik yaitu 70% apel : 30% pisang dengan nilai kekerasan (*hardness*) 514,33 g, kekompakan (*cohesiveness*) 1,741, kelengketan (*adhesiveness*) 0,27 mJ, elastisitas (*springiness*) 2,42 mm, kuat tarik (*tensile strength*) 5,78 N, dan perpanjangan (*elongation*) 1,0 cm. Kandungan kimia yang diperoleh antara lain: kadar air 15,763 (% bb), kadar pektin 4,6%, dan kadar pati 7,33%. Tingkat warna memiliki kecerahan (L^*) 50,99, kemerahan (a^*) 4,4 dan kekuningan (b^*) 14,0. *Fruit leather* apel dengan komposisi 70% apel dan 30% pisang candi memiliki nilai tertinggi pada atribut sensoris rasa manis, aroma pisang, tekstur keras dan tekstur elastis. Hasil penelitian tahap II menunjukkan penambahan bahan penstabil gum arab terbaik sebesar 1,5% sebagai produk *fruit leather* apel terbaik dengan karakteristik fisik antara lain: kekerasan (*hardness*) 375,43 g, kekompakan (*cohesiveness*) 1,34, kelengketan (*adhesiveness*) 0,23 mJ, elastisitas (*springiness*) 3,43 mm, kuat tarik (*tensile strength*) 4,47 N, dan perpanjangan (*elongation*) 0,83 cm. Kandungan kimia *fruit leather* terbaik menunjukkan antara lain: kadar air 18,258 (% bb) dan kadar pektin 7,410%. Analisis sensoris didapat 5 atribut yang dominan yaitu aroma apel, aroma pisang, tekstur lunak, lengket, elastis serta tingkat kepuasan panelis terhadap aroma, tekstur dan *overall*. Hasil penelitian tahap III dengan penambahan gum arab 1,5% adalah: total fenol 2,416 mg GAE/g, antioksidan IC₅₀ 67630,22 ppm dan serat pangan pada bahan 14,156%.

Kata Kunci: *Fruit leather*, apel, pisang, tekstur dan sensoris

Lilianti Puspaningrum. 146100100111010. Physicochemical Characteristics of Manalagi Apple (*Malus sylvestris Mill*) Fruit Leather using Candi Banana (*Musa paradisiaca*) Substitution and Arabic Gum Concentration. Thesis. Supervisors: Dr. Ir Sudarminto S. Yuwono, M.App.Sc and Dr. Erryana Martati, STP., MP.

Summary

Fruit leather is one of processed products with basic ingredients of mashed fruits (fruit pulp) by reducing water content of the product. Manalagi apple fruit is rich of vitamin C, vitamin B1, vitamin A, phosphor, calcium, iron, and many others. Although producing apple fruit leather is quite easy and simple, but the product has weakness due to its less interesting quality and colour if there are no other additional ingredients. Therefore, the combination with other fruits is necessary to improve the quality of apple fruit leather. Banana is featured fruit and its production is the highest among other tropical fruits in Indonesia. Only about 70% of banana production is consumed as fresh fruit or processed food, while the remaining is disposed due to decaying during storage. Meanwhile, frequent problem arising in fruit leather is its less plasticity, so stabilizer agent is needed in its processing. Arabic gum is a combination of polysaccharides which has the function to stabilize food ingredients and also to improve fruit leather product texture more plastic. The objective of this research is to analyse the characteristics of fruit leather by the addition of Candi banana and Arabic gum in the production of Manalagi apple fruit leather as well as to produce good fruit leather and acceptable by the consumer.

In the stage I and II, the research used experimental design of completely randomized design (CRD). Stage I consisted of four treatments (Manalagi apple and Candi banana compositions) which were 100% apple; 85%:15%; 70%:30% and 55%:45% respectively. In the stage II the effect of adding Arabic gum stabilizer on fruit leather product resulted five concentration treatments consisting of 0%, 0.75%, 1.5%, 2.25% and 3% respectively. In the stage III, the research was conducted by comparing the best 3 fruit leathers which were fruit leather of 100% apple, fruit leather of 70% apple : 30% banana, and fruit leather of 70% apple : 30% banana and 1.5% Arabic gum. The testing consisted of physical test using Total Profile Analysis (TPA), and chemical and sensory tests using Rate All That Apply (RATA) method.

The results of stage I shows the best apple and banana composition which was 70% apple : 30% banana with hardness of 514.33 g, cohesiveness of 1.741, adhesiveness of 0.27 mJ, springiness of 2.42 mm, tensile strength of 5.78 N, and elongation of 1.0 cm. Chemical contents obtained in the research among others were water content of 15.763% (of wet weight), pectin content of 4.6%, and starch content of 7.33%. Colour level had the brightness (L^*) of 50.99, redness (a^*) of 4.4, and yellowish (b^*) of 14.0. Apple fruit leather with the composition of 70% apple and 30% Candi banana has the highest value for the sensory attributes of sweetness, banana flavour, hard texture, and elastic texture. The stage II of the research indicates that the addition of Arabic gum stabilizer of 1.5% could result the best apple fruit leather with the characteristics such as hardness of 375.43 g, cohesiveness 1.34, adhesiveness of 0.23 mJ, springiness of 3.43 mm, tensile strength of 4.47 N, and elongation of 0.83 cm. Chemical content of the best fruit leather indicate that water content of 18.258% (of wet weight) and pectin content of 7.41%. Sensory analysis indicates that there are five dominant attributes including apple flavour, banana flavour, soft texture, adhesive, and elastic, with high panellist satisfaction on flavour, texture, and overall. The results of stage III research using Arabic gum addition of 1.5% show the following food contents: total phenol 2.416 mg GAE/g, antioxidant IC_{50} of 67630.22 ppm and food fibre of 14.156%.

Key words: Fruit leather, apple, banana, texture, and sensory

KATA PENGANTAR

Puji dan rasa syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya yang telah diberikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan ini judul "Karakteristik Fisikokimia *Fruit Leather* Apel Manalagi (*Malus sylvestris mill*) dengan Substitusi Pisang Candi (*Musa paradisiaca*) Dan Penambahan Konsentrasi Gum Arab."

Tersusunnya tesis ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu penyusun menyampaikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua Orang Tua dan Keluarga Besar yang senantiasa mendoakan dan memberikan dukungan baik moril maupun materil.
2. Indra Perdana Wibisono, S.ST., MM selaku Suami dan Bagas Satrio Wibisono anakku tercinta yang selalu mendukung dan memberi semangat.
3. Dr. Ir. Sudarminto Setyo Yuwono, M.App.Sc selaku dosen pembimbing pertama, dan Dr. Erryana Martati, STP., MP selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis sehingga tesis ini dapat penulis selesaikan.
4. Dr. Ir. Elok Zubaidah, MP selaku Ketua Program Studi Fakultas Teknologi Pertanian Program Pascasarjana, Universitas Brawijaya.
5. Bapak dan Ibu staf pengajar dan instruktur laboratorium jurusan Teknologi Hasil Pertanian yang telah membimbing penulis selama mengikuti kegiatan pendidikan.
6. Teman-teman Magister THP FTP UB 2014 yang selalu memberikan doa dan dukungan.

Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan tesis ini masih adanya keterbatasan pengetahuan, referensi dan pengalaman serta jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penyusun mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan tesis ini.

Akhirnya penyusun berharap agar tesis ini bisa memberikan manfaat bagi semua pihak khususnya bagi keilmuan di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian dalam peningkatan kualitas kehidupan masyarakat dan sebagai acuan pembaca meskipun dalam ruang lingkup kecil.

Malang, Juni 2018

Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	x
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Fruit Leather</i>	5
2.2 Apel Manalagi (<i>Malus sylvestris mill</i>)	7
2.2.1 Klasifikasi Apel (<i>Malus sylvestris mill</i>)	7
2.2.2 Manfaat dan Komposisi Kimia Apel	8
2.3 Pisang (<i>Musa paradisiaca</i>)	13
2.3.1 Komposisi Kimia Pisang	13
2.3.2 Manfaat Pisang Bagi Kesehatan	13
2.4 Gula	14
2.5 Gum Arab	15
2.6 <i>Texture Profile Analysis</i> (TPA)	18
2.6.1 Kekerasan (<i>Hardness</i>)	19
2.6.2 Kekompakan (<i>Cohesiveness</i>)	19
2.6.3 Kelengketan (<i>Adhesiveness</i>)	20
2.6.4 Elastisitas (<i>Springiness</i>)	20
2.7 Pengaruh Jenis Gula, Pektin, pH Terhadap Pembentukan Gel	22
2.8 Antioksidan	23
2.9 Uji Organoleptik	24
2.10 Serat Pangan	26
2.11 <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM)	28
III. KERANGKA PENELITIAN	30
3.1 Kerangka Pikir Penelitian	30
3.2 Hipotesis Penelitian	33
3.3 Kerangka Operasional	34
IV. METODE PENELITIAN	35
4.1 Tempat dan Waktu Penelitian	35
4.2 Bahan dan Alat Penelitian	35
4.2.1 Bahan	35
4.2.2 Alat	35
4.3 Rancangan Percobaan	36
4.4 Metode Penelitian	37
4.4.1 Penelitian Tahap I	37
4.4.2 Penelitian Tahap II	39



4.4.3 Uji Senyawa Fungsional.....	40
4.5 Parameter Penelitian.....	41
4.6 Analisa Data.....	41
V. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	42
5.1 Karakteristik Bahan Baku.....	42
5.2 Karakteristik Fisikokimia dan Sensoris <i>Fruit Leather</i> Apel dengan Penambahan Pisang Candi.....	44
5.2.1 Kadar Air (%).....	44
5.2.2 Kadar Pektin (%).....	45
5.2.3 Kadar Pati (%).....	46
5.2.4 Tingkat Kekerasan (<i>Hardness</i>).....	47
5.2.5 Tingkat Kekompakan (<i>cohesiveness</i>).....	50
5.2.6 Tingkat Kelengketan (<i>Adhesiveness</i>).....	52
5.2.7 Tingkat Elastisitas (<i>Springiness</i>).....	53
5.2.8 Warna <i>Fruit Leather</i> dengan Penambahan Pisang Candi.....	54
5.2.8.1 Kecerahan (L^*).....	55
5.2.8.2 Kemerahan (a^*).....	56
5.2.8.3 Kekuningan (b^*).....	57
5.2.9 Kuat Tarik (<i>Tensile Strength</i>).....	58
5.2.10 Perpanjangan (<i>Elongasi</i>).....	59
5.2.11 Karakteristik Sensoris <i>Fruit Leather</i> Apel dengan Penambahan Pisang Candi.....	61
5.2.11.1 Profiling Atribut Sensoris.....	61
5.2.11.2 Atribut Rasa Manis.....	62
5.2.11.3 Atribut Rasa Asam.....	63
5.2.11.4 Atribut Rasa Pahit.....	64
5.2.11.5 Atribut Aroma Apel.....	64
5.2.11.6 Atribut Aroma Pisang.....	65
5.2.11.7 Atribut Aroma Manis.....	65
5.2.11.8 Atribut Tekstur Keras.....	65
5.2.11.9 Atribut Tekstur Lengket.....	66
5.2.11.10 Atribut Tekstur Elastis.....	67
5.2.11.11 Atribut Warna Coklat.....	67
5.2.11.12 Atribut Warna Kuning.....	68
5.2.12 Tingkat Kepuasan Konsumen.....	69
5.3 Perlakuan Terpilih Tahap I.....	72
5.4 Karakteristik Fisikokimia Apel <i>Fruit Leather</i> dari Terbaik Tahap 1 (70% apel : 30% pisang) dengan Penambahan Penstabil Gum Arab dengan Berbagai Konsentrasi.....	72
5.4.1 Kadar Air (%).....	73
5.4.2 Kadar Pektin (%).....	74
5.4.3 Kadar Pati (%).....	75
5.4.4 Tingkat Kekerasan (<i>Hardness</i>).....	76
5.4.5 Tingkat Kekompakan (<i>Cohesiveness</i>).....	77
5.4.6 Tingkat Kelengketan (<i>Adhesiveness</i>).....	78
5.4.7 Tingkat Elastisitas (<i>Springiness</i>).....	79
5.4.8 Warna <i>Fruit Leather</i> Apel dengan Penambahan Konsentrasi Gum Arab.....	80

5.4.9	Tingkat Kuat Tarik (<i>Tensile Strength</i>).....	81
5.4.10	Tingkat Perpanjangan (<i>Elongasi</i>).....	81
5.4.11	Karakteristik Sensoris Apel <i>Fruit Leather</i> dengan Penambahan Konsentrasi Gum Arab.....	83
5.4.11.1	Profiling Atribut Sensoris <i>Fruit Leather</i> Apel	83
5.4.11.2	Atribut Rasa Manis	84
5.4.11.3	Atribut Rasa Asam.....	85
5.4.11.4	Atribut Rasa Pahit.....	85
5.4.11.5	Atribut Aroma Apel	85
5.4.11.6	Atribut Aroma Pisang.....	86
5.4.11.7	Atribut Aroma Manis	87
5.4.11.8	Atribut Tekstur Keras	87
5.4.11.9	Atribut Tekstur Lengket.....	88
5.4.11.10	Atribut Tekstur Elastis.....	88
5.4.11.11	Atribut Warna Coklat	89
5.4.11.12	Atribut Warna Kuning.....	89
5.4.12	Tingkat Kepuasan Konsumen Terhadap <i>Fruit Leather</i> Apel.....	90
5.5	Perlakuan Terpilih Tahap II.....	93
5.6	Karakteristik Produk Komersial dan Hasil Analisa <i>Fruit Leather</i> Apel	94
5.7	Perbandingan Senyawa Fungsional 3 Perlakuan <i>Fruit Leather</i> Apel (100% apel, 70% apel : 30% pisang dan 70% apel : 30% pisang dengan penambahan gum arab 1,5%	95
5.7.1	Total Fenol.....	95
5.7.2	Antioksidan DPPH IC ₅₀	96
5.7.3	Serat Pangan.....	97
5.7.4	Mikrostruktur <i>Fruit Leather</i> Apel.....	99
VI.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	102
6.1	Kesimpulan	102
6.2	Saran	103
VII.	DAFTAR PUSTAKA.....	104
VIII.	LAMPIRAN.....	125

DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
1.	Komposisi Kimia Buah Apel Segar Tiap 100 gram	9
2.	Komposisi Zat Gizi Pisang Per 100 g Buah Segar	13
3.	Kandungan zat gizi Gum Arab (per 100 g Bahan)	16
4.	Klasifikasi Intensitas Elastisitas (<i>Springiness</i>)	20
5.	Karakteristik Mekanikal dan Definisi <i>Texture Profile Analysis</i> (TPA)	21
6.	Hasil Analisis Karakteristik Bahan Baku	42
7.	Kadar Air (%) <i>Fruit Leather</i> Apel dengan Penambahan Pisang Candi	44
8.	Kadar Pektin (%) <i>Fruit Leather</i> Apel dengan Penambahan Pisang Candi	46
9.	Kadar Pati (%) Apel <i>Fruit Leather</i> dengan Penambahan Pisang Candi	47
10.	Pengaruh perlakuan penambahan pisang candi terhadap Kekerasan (<i>Hardness</i>) <i>Fruit Leather</i> Apel	48
11.	Pengaruh perlakuan penambahan pisang candi terhadap kekompakan (<i>cohesiveness</i>) <i>Fruit Leather</i> Apel	51
12.	Pengaruh perlakuan penambahan pisang candi terhadap kelengketan (<i>adhesiveness</i>) <i>Fruit Leather</i> Apel	52
13.	Pengaruh perlakuan penambahan pisang candi terhadap Elastisitas (<i>Springiness</i>) <i>Fruit Leather</i> Apel	53
14.	Pengaruh Penambahan Pisang Candi Terhadap Nilai Kecerahan (L*) Produk <i>Fruit Leather</i> Apel	55
15.	Pengaruh Penambahan Pisang Candi Terhadap Nilai Kemerahan (a*) Produk <i>Fruit Leather</i> Apel	56
16.	Pengaruh Penambahan Pisang Candi Terhadap Nilai Kekuningan (b*) Produk <i>Fruit Leather</i>	58
17.	Nilai Kuat Tarik (N) <i>Fruit Leather</i> Apel dengan Penambahan Pisang Candi	58
18.	Nilai Perpanjangan (<i>Elongasi</i>) <i>Fruit Leather</i> Apel dengan Penambahan Pisang Candi	60

19.	Nilai Rerata Atribut Rasa Manis pada <i>Fruit Leather</i> Apel	63
20.	Nilai Rerata Atribut Rasa Asam pada <i>Fruit Leather</i> Apel	63
21.	Nilai Rerata Atribut Aroma Apel pada <i>Fruit Leather</i> Apel.....	64
22.	Nilai Rerata Atribut Aroma Pisang pada <i>Fruit Leather</i> Apel.....	65
23.	Nilai Rerata Atribut Tekstur Keras pada <i>Fruit Leather</i> Apel	66
24.	Nilai Rerata Atribut Tekstur Lengket pada <i>Fruit Leather</i> Apel.....	66
25.	Nilai Rerata Atribut Tekstur Elastis pada <i>Fruit Leather</i> Apel.....	67
26.	Nilai Rerata Atribut Warna Coklat pada <i>Fruit Leather</i> Apel.....	68
27.	Nilai Rerata Atribut Warna Kuning pada <i>Fruit Leather</i> Apel.....	68
28.	Tingkat Kepuasan Panelis Terhadap Rasa <i>Fruit Leather</i> Apel dengan Penambahan Pisang Candi.....	70
29.	Tingkat Kepuasan Panelis Terhadap Aroma <i>Fruit Leather</i> Apel dengan Penambahan Pisang Candi.....	70
30.	Tingkat Kepuasan Panelis Terhadap Tekstur <i>Fruit Leather</i> Apel dengan Penambahan Pisang Candi.....	71
31.	Tingkat Kepuasan Panelis Terhadap <i>Overall Fruit Leather</i> Apel dengan Penambahan Pisang Candi.....	72
32.	Penentuan Perlakuan Terpilih Tahap I.....	73
33.	Kadar Air (%) <i>Fruit Leather</i> Apel dengan Penambahan Penambahan Gum Arab	73
34.	Kadar Pektin (%) <i>Apel Fruit Leather</i> dengan Penambahan Penambahan Gum Arab	74
35.	Tingkat Kekerasan (<i>Hardness</i>) <i>Fruit Leather</i> Apel dengan Penambahan Bahan Penstabil Gum Arab.....	76
36.	Tingkat Kekompakan (<i>Cohesiveness</i>) <i>Fruit Leather</i> Apel dengan Penambahan Bahan Penstabil Gum Arab.....	78
37.	Tingkat Kelengketan (<i>Adhesiveness</i>) <i>Fruit Leather</i> Apel dengan Penambahan Bahan Penstabil Gum Arab.....	78
38.	Tingkat Elastisitas (<i>Springiness</i>) <i>Fruit Leather</i> Apel dengan Penambahan Bahan Penstabil Gum Arab.....	79
39.	Tingkat Kuat Tarik <i>Fruit Leather</i> Apel dengan Penambahan Bahan Penstabil Gum Arab.....	81

40.	Tingkat <i>Elongasi</i> (Perpanjangan) <i>Fruit Leather</i> Apel dengan Penambahan Bahan Penstabil Gum Arab.....	82
41.	Tabel Nilai Rerata Atribut Aroma Apel pada <i>Fruit Leather</i> Apel.....	86
42.	Nilai Rerata Atribut Aroma Pisang <i>Fruit Leather</i> Apel.....	86
43.	Nilai Rerata Atribut Tekstur Keras <i>Fruit Leather</i> Apel.....	87
44.	Nilai Rerata Atribut Tekstur Lengket <i>Fruit Leather</i> Apel.....	88
45.	Nilai Rerata Atribut Tekstur Elastis <i>Fruit Leather</i> Apel.....	89
46.	Tingkat Kepuasan Panelis Terhadap Aroma <i>Fruit Leather</i> Apel dengan Penambahan Gum Arab.....	91
47.	Tingkat Kepuasan Panelis Terhadap Tekstur <i>Fruit Leather</i> Apel dengan Penambahan Gum Arab.....	91
48.	Tingkat Kepuasan Panelis Terhadap <i>Overall</i> Apel <i>Fruit Leather</i> dengan Penambahan Gum Arab.....	92
49.	Penentuan Perlakuan Terpilih Tahap II.....	93
50.	Analisa Produk Komersial dan Hasil Analisa <i>Fruit leather</i> Apel.....	94
51.	Nilai Total Fenol <i>Fruit Leather</i> Apel Perlakuan Terbaik.....	95
52.	Antioksidan DPPH IC ₅₀ Apel <i>Fruit Leather</i> Perlakuan Terbaik.....	96
53.	Serat Pangan <i>Fruit Leather</i> Apel Perlakuan Terbaik.....	98



DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
1.	Lembaran <i>Fruit Leather</i>	6
2.	Apel Manalagi (<i>Malus sylvestris mill</i>).....	7
3.	Struktur Kimia Gum Arab.....	17
4.	Kurva <i>Texture Profile Analysis</i> (TPA).....	19
5.	SEM gambar permukaan <i>Fruit leather</i> apel.....	29
6.	Kerangka Pikir Penelitian.....	32
7.	Kerangka Operasional Penelitian.....	34
8.	Diagram Alir Pembuatan <i>Fruit Leather</i> Apel dengan Substitusi Pisang Candi.....	38
9.	Diagram alir pembuatan <i>Fruit Leather</i> Apel dengan Penambahan Konsentrasi Gum Arab.....	39
10.	Diagram Alir Uji Senyawa Fungsional (Perbandingan dari <i>Fruit Leather</i> 100% apel, Terbaik Tahap I dan II).....	40
11.	Grafik Korelasi Antara Kadar Air (% bb) dan Tingkat Kekerasan (g) Subtitusi Pisang Candi pada <i>Fruit Leather</i> Apel.....	50
12.	Produk <i>Fruit Leather</i> Apel dengan Penambahan Pisang Candi.....	54
13.	Grafik Korelasi Antara Kuat Tarik (N) dan Perpanjangan (Elongasi) (cm) Subtitusi Pisang Candi pada <i>Fruit Leather</i> Apel.....	60
14.	<i>Spinder Chart</i> Atribut Sensoris Keempat <i>Fruit Leather</i>	62
15.	Pengaruh Penambahan Pisang Candi dalam Pembuatan <i>Fruit Leather</i> Apel Terhadap Tingkat Kepuasan Panelis.....	69
16.	Grafik Korelasi Antara Kadar Air (% bb) dan Tingkat Kekerasan (N) Penambahan Konsentrasi Gum Arab pada <i>Fruit Leather</i> Apel.....	77
17.	Grafik Korelasi Antara Kuat Tarik (N) dan Perpanjangan (Elongasi) (cm) penambahan konsentrasi gum arab pada <i>Fruit Leather</i> Apel.....	82
18.	<i>Spinder Chart</i> Atribut Sensoris Kelima Sampel <i>Fruit Leather</i> dengan Penambahan Bahan Penstabil Gum Arab.....	84
19.	Pengaruh Penambahan Konsentrasi Gum Arab dalam Pembuatan <i>Fruit Leather</i> Apel Terhadap Tingkat Kepuasan Panelis.....	90

20. *Fruit Leather* Apel dengan substitusi Pisang Candi dan Gum Arab.....93

21. Hasil analisa SEM *Fruit Leather* Apel dengan perbesaran 100x.
Bagian atas: (a) *fruit leather* 100% apel; (c) *fruit leather* 70% apel:30% pisang dan (e) *fruit leather* 70% apel : 30% pisang dengan penambahan gum arab 1,5%. Bagian bawah: (b) *fruit leather* 100% apel, (d) *fruit leather* 70% apel:30% pisang dan (f) *fruit leather* 70% apel : 30% pisang dengan penambahan gum arab 1,5% *fruit leather*.....99



DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul	Halaman
1.	Analisa Sifat Fisik dan Kimia <i>Fruit Leather</i> Apel.....	125
1a.	Analisa Kadar Air Metode Oven Kering.....	125
1b.	Analisa Kadar Pati.....	125
1c.	Analisa Kadar Pektin.....	126
1d.	Analisa Kuat Tarik (<i>Tensile Strength</i>) dan Perpanjangan (<i>Elongasi</i>).....	127
1e.	Analisa Tekstur <i>Fruit Leather</i> Apel.....	127
1f.	Pengujian Aktivitas Antioksidan dengan Metode DPPH.....	128
1g.	Analisa Total Fenol.....	129
1h.	Serat Pangan Metode Enzimatis.....	130
1i.	Analisa Warna.....	132
1j.	Uji Mikroskopik menggunakan <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)....	132
1k.	Pemilihan Perlakuan Terbaik.....	132
2.	Pengujian Sensoris.....	133
2a.	Identitas Panelis.....	133
2b.	Lembar Persetujuan Sebagai Panelis dalam Penelitian Sensori.....	134
2c.	Lembar Kuisiner Atribut Sensoris <i>Fruit Leather</i> Apel.....	135
2d.	Lembar Kuesioner Tingkat Kepuasan Panelis.....	137
3.	Data Analisa Kimia <i>Fruit Leather</i> Apel Tahap 1.....	138
3a.	Kadar Air.....	138
3b.	Kadar Pektin.....	138
3c.	Kadar Pati.....	139
4.	Data Analisa TPA (<i>Texture Profile Analys</i>) <i>Fruit Leather</i> Apel Tahap 1..	139
4a.	Kekerasan (<i>Hardness</i>).....	139
4b.	Kekompakan (<i>Cohesiveness</i>).....	140



4c.	Kelengketan (<i>Adhesiveness</i>).....	141
4d.	Elastisitas (<i>Springiness</i>).....	141
5.	Data Analisa Warna <i>Fruit Leather</i> Apel Tahap 1.....	142
5a.	Tingkat Kecerahan (<i>L*</i>).....	142
5b.	Tingkat Kemerahan (<i>a*</i>).....	142
5c.	Tingkat Kekuningan (<i>b*</i>).....	143
6.	Data Kuat Tarik (<i>Tensile Streght</i>) dan Perpanjangan (<i>Elongasi</i>) <i>Fruit Leather</i> Apel Tahap 1.....	144
6a.	Kuat Tarik (<i>Tensile Streght</i>).....	144
6b.	Perpanjangan (<i>Elongasi</i>).....	144
7.	Data Hasil Uji Sensoris RATA (<i>Rate All That Apply</i>) Terhadap Atribut <i>Fruit Leather</i> Apel Tahap 1.....	146
7a.	Data Hasil Uji Sensoris Atribut Rasa & Aroma.....	146
7b.	Data Hasil Uji Sensoris Atribut Tekstur & Warna.....	151
7c.	Hasil Analisis GLM Terhadap Atribut <i>Fruit Leather</i> Apel Tahap 1.....	156
8.	Data Tingkat Kepuasan Konsumen <i>Fruit Leather</i> Apel Tahap 1.....	160
8a.	Data Hasil Uji Tingkat Kepuasan Konsumen.....	160
8b.	Hasil Analisis GLM Terhadap Tingkat Kepuasan Konsumen <i>Fruit Leather</i> Apel Tahap 1.....	165
9.	Hasil Perhitungan Terbaik (<i>Zeleny</i>) Tahap 1.....	167
10.	Data Analisa Kimia <i>Fruit Leather</i> Apel Tahap 2.....	173
10a.	Kadar Air.....	173
10b.	Kadar Pektin.....	173
10c.	Kadar Pati.....	174
11.	Data Analisa TPA (<i>Texture Profile Analys</i>) <i>Fruit Leather</i> Apel Tahap 2.....	174
11a.	Kekerasan (<i>Hardness</i>).....	174
11b.	Kekompakan (<i>Cohesiveness</i>).....	175

11c. Kelengketan (<i>Adhesiveness</i>).....	176
11d. Elastisitas (<i>Springiness</i>).....	176
12. Data Analisa Warna <i>Fruit Leather</i> Apel Tahap 2.....	177
12a. Tingkat Kecerahan (<i>L*</i>).....	177
12b. Tingkat Kemerahan (<i>a*</i>).....	177
12c. Tingkat Kekuningan (<i>b*</i>).....	178
13. Data Kuat Tarik (<i>Tensile Streght</i>) dan Perpanjangan (<i>Elongasi</i>) <i>Fruit Leather</i> Apel Tahap 2.....	178
13a. Kuat Tarik (<i>Tensile Streght</i>).....	178
13b. Perpanjangan (<i>Elongasi</i>).....	179
14. Data Hasil Uji Sensoris RATA (<i>Rate All That Apply</i>) Terhadap Atribut <i>Fruit Leather</i> Apel Tahap 2.....	180
14a. Data Hasil Uji Sensoris Atribut Rasa & Aroma.....	180
14b. Data Hasil Uji Sensoris Atribut Tekstur & Warna.....	185
14c. Hasil Analisis GLM Terhadap Atribut <i>Fruit Leather</i> Apel Tahap 2.....	190
15. Data Hasil Uji Tingkat Kepuasan Konsumen <i>Fruit Leather</i> Apel Tahap 2.....	194
15a. Data Hasil Uji Tingkat Kepuasan Konsumen.....	194
15b. Hasil Analisis GLM Terhadap Tingkat Kepuasan Konsumen <i>Fruit Leather</i> Apel Tahap 2.....	199
16. Hasil Perhitungan Terbaik (<i>Zeleny</i>) Tahap 2.....	201
17. Hasil Analisa Fungsional <i>Fruit Leather</i> Apel Tahap 3.....	207
17a. Total Fenol.....	207
17b. Antioksidan DPPH-IC ₅₀	208
17c. Serat Pangan.....	209
18. Dokumentasi.....	210

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Buah apel kaya akan vitamin C, vitamin B1, vitamin A, fosfor, kalsium, Besi dan lain-lain. Kualitas penting dari apel adalah jumlah polifenol. Lima kelompok polifenol utama yang ditemukan dalam apel: flavanols, asam fenolik, flavonol, dihydrochalcones, dan antosianin (Ceymann *et al.*, 2012). Pada Tahun 2015 populasi tanaman apel di Kota Batu sebanyak 1,1 juta pohon mampu menghasilkan apel sebanyak 671,2 Ton. Produksi apel di Kota Batu merupakan terbesar di Jawa Timur sehingga apel dijadikan Icon Kota Batu (Sunggono, 2016)

Buah apel merupakan buah klimaterik sehingga setelah dipanen akan mengalami perubahan-perubahan sifat fisik dan kimianya yang disebabkan oleh berlanjutnya kegiatan metabolisme. Kandungan gula, asam, tekstur, berubah seiring dengan perkembangan fisiologis buah sehingga kemudian akan terjadi kerusakan, warna, laju respirasi, kandungan air, total tanin maupun β -karoten akan berubah seiring dengan perkembangan fisiologis buah sehingga kemudian akan terjadi kerusakan (Sidi dkk, 2014). Aktivitas metabolisme terus berjalan setelah panen, sehingga membuat sebagian besar buah-buahan seperti pisang, nanas, apel, komoditas sangat mudah rusak (Atungulu *et al.*, 2004). Banyak pengolahan yang sudah berkembang dengan tujuan untuk memperpanjang umur simpan, meningkatkan daya jual buah dan sayur serta untuk meningkatkan keanekaragaman produk. Salah satu produk olahan yang memanfaatkan pengeringan adalah *fruit leather* (Sidi dkk, 2014).

Fruit Leather adalah salah satu makanan kudapan (*snack food*) yang dibuat dari buah-buahan, berbentuk lembaran tipis dengan konsistensi dan rasa yang khas tergantung dari jenis buah yang digunakan (Safitri, 2012). Banyak jenis buah dapat digunakan untuk membuat *fruit leather*, seperti apel, pepaya, mangga, jambu, durian, nangka, anggur dan buah kiwi (Valenzuela and Jose, 2015). *Fruit leather* berbentuk lembaran tipis dengan ketebalan 2-3 mm, kadar air 10-15%, mempunyai konsistensi dan rasa khas sesuai dengan jenis buah-buahan yang digunakan (Historiarsih, 2010). Kriteria yang diharapkan dari *fruit leather* adalah warnanya yang menarik, teksturnya yang sedikit liat dan kompak, serta memiliki plastisitas yang baik sehingga dapat digulung atau tidak mudah patah (Historiarsih, 2010).

Fruit leather apel merupakan struktur produk makanan yang dibuat dengan pengurangan kadar air pada bubur buah (*puree*) sehingga menjadi lembaran tipis yang fleksibel (Valenzuela dan Jose, 2015). Meski *fruit leather* apel mudah dan sederhana, tetapi memiliki kelemahan bila tidak ada penambahan bahan lain sehingga kualitas serta warna yang dihasilkan kurang menarik sehingga dibutuhkan kombinasi beberapa buah untuk menambah kualitas serta nilai kandungan nutrisi didalamnya (Leiva *et al.*, 2009 dan Valenzuela and Aguilera, 2013). Beberapa penelitian mengkombinasikan buah-buahan dalam pembuatan *fruit leather* seperti nanas dan wortel (Sidi dkk, 2014), Apel dan kiwi (Torres *et al.*, 2015) dan penggunaan pisang sebagai *fruit leather* pisang tanduk (Fauziah dkk, 2015).

Beberapa hasil penelitian yang dikompilasi oleh Diamante *et al.* (2014) menunjukkan bahwa meskipun sederhana karena hanya menggunakan bubur apel (*fruit puree*) untuk membuat apel *leather*, namun apel *leather* ini bersifat rapuh dan perlu penambahan bahan lain untuk meningkatkan warna dan serta kualitasnya. Disisi lain dalam review artikel yang ditulis oleh Diamante *et al.* (2014) juga menyatakan belum ditemukannya bahan yang dapat apel *leather* untuk melindungi warna dan meningkatkan kualitasnya. Penelitian Bains *et al.*, (1989) yang dikutip oleh Diamante *et al.* (2014) mencoba menggabungkan buah apel dan apricot untuk membuat *fruit leather* dengan rasa yang lebih kuat. Hasilnya menunjukkan bahwa penambahan buah apricot dapat meningkatkan rasa dan mengawetkan warna *leather* apel-aprikot. Diamante *et al.* (2013) meneliti *fruit leather* dari buah *apel-blackcurrant* untuk meningkatkan fisiko-kimia dan sensoris dari *leather* tersebut. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa campuran *blackcurrant* dapat meningkatkan sifat fisiko-kimia dan sensoris dari *apple-blackcurrant leather* tetapi memerlukan pengurangan waktu pemanasan dalam pembuatan *fruit leather* tersebut. Kedua penelitian tersebut menunjukkan bahwa perlu adanya penambahan buah lain untuk meningkatkan sifat fisiko-kimia dan sensoris dari apel *leather*. Diduga salah satu buah yang dapat digunakan untuk itu adalah buah pisang.

Pisang merupakan buah unggulan dan produksinya paling tinggi (Prabawati dkk, 2008). Sekitar 70% pisang digunakan untuk makanan sedangkan sisanya dibuang karena pisang mengalami kebusukan selama penyimpanan. Dalam buah pisang candi terkandung karbohidrat, protein, kalsium, fosfor, besi, vitamin A, B, dan vitamin C (Diennazola, 2008). Kandungan pisang yang baik

bagi tubuh serta tekstur pisang yang lembut diharapkan dapat memperbaiki tekstur *fruit leather* apel menjadi lebih baik.

Menurut Historiarsih (2010), masalah yang sering timbul pada *fruit leather* adalah plastisitasnya yang kurang baik, sehingga dibutuhkan zat penstabil dalam pembuatannya. Zat penstabil merupakan bahan pengikat yang ditambahkan dalam campuran bahan baku saat pengolahan *fruit leather* dengan tujuan agar terbentuk tekstur yang sedikit liat dan kompak, sehingga *fruit leather* yang dihasilkan memiliki plastisitas yang baik. Gum arab merupakan campuran dari polisakarida yang memiliki fungsi utama sebagai penstabil pada bahan pangan yang juga dapat memperbaiki tekstur produk *fruit leather* menjadi lebih plastis.

Tekstur produk akan semakin kokoh dengan penambahan gum arab tersebut dengan penggunaan konsentrasi tertentu (Lubis dkk, 2014). Menurut Tranggono dkk, (1991) gum arab dapat membentuk lapisan yang dapat melapisi partikel *flavor*, sehingga melindungi dari oksidasi, evaporasi dan absorpsi air dari udara.

Berdasarkan hal itu, maka perlu dilakukan inovasi pembuatan *fruit leather* dengan cara mengolah campuran apel manalagi dengan buah pisang candi dengan penambahan jenis penstabil berupa gum arab dengan berbagai konsentrasi. Pembuatan *fruit leather* apel dilakukan sebagai penganekaragaman makanan yang bertujuan untuk mendapatkan produk yang baru dan bermanfaat bagi konsumen serta penganekaragaman produk dari buah-buahan (apel dan pisang) yang kaya akan komponen bioaktif serta penggunaan bahan penstabil dan suhu pengeringan tertentu untuk menghasilkan *fruit leather* yang berkualitas yang dapat diterima oleh masyarakat.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian adalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah pengaruh komposisi substitusi pisang candi dalam pembuatan *fruit leather* apel yang mencakup tekstur dan penampakan sehingga berpengaruh terhadap tingkat kepuasan panelis (sensoris)
2. Bagaimanakah pengaruh penambahan konsentrasi gum arab terhadap kualitas *fruit leather* apel sehingga berpengaruh pada tingkat kepuasan panelis (sensoris).
3. Bagaimana perbedaan *fruit leather* apel dengan tiga perlakuan yaitu *fruit leather* 100% apel, *fruit leather* apel dengan substitusi pisang candi dan

fruit leather apel substitusi pisang candi dan penambahan konsentrasi gum arab dilihat dari aspek fungsional.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan penelitian yang telah dikemukakan, maka tujuan penelitian adalah:

1. Mengetahui pengaruh komposisi substitusi pisang candi dalam pembuatan *fruit leather* apel yang mencakup tekstur dan penampakan sehingga berpengaruh terhadap tingkat kepuasan panelis (sensoris)
2. Mengetahui pengaruh penambahan konsentrasi gum arab terhadap kualitas *fruit leather* apel sehingga berpengaruh pada tingkat kepuasan panelis (sensoris).
3. Mengetahui perbedaan *fruit leather* apel dengan tiga perlakuan yaitu *fruit leather* 100% apel, *fruit leather* apel dengan substitusi pisang candi dan *fruit leather* apel substitusi pisang candi dan penambahan konsentrasi gum arab dilihat dari aspek fungsional.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi tentang pengaruh komposisi substitusi pisang candi dalam pembuatan *fruit leather* apel yang mencakup tekstur dan penampakan sehingga berpengaruh terhadap tingkat kepuasan panelis (sensoris).
2. Memberikan informasi pengaruh penambahan konsentrasi gum arab terhadap kualitas *fruit leather* apel sehingga berpengaruh pada tingkat kepuasan panelis (sensoris).
3. Mengetahui perbedaan *fruit leather* apel dengan tiga perlakuan yaitu *fruit leather* 100% apel, *fruit leather* apel dengan substitusi pisang candi dan *fruit leather* apel substitusi pisang candi dan penambahan konsentrasi gum arab dilihat dari aspek fungsional.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Fruit Leather

Fruit leather adalah salah satu jenis olahan makanan yang berasal dari buah-buahan yang diproses dengan cara mengurangi kadar air agar tetap awet serta mencegah pengurangan nutrisi saat pengolahan seminimal mungkin. *Fruit leather* adalah pengolahan buah yang dikeringkan memiliki tekstur yang empuk, memiliki rasa yang beragam, tinggi serat, karbohidrat dan rendah lemak karena secara alami berasal dari buah-buahan serta memiliki kandungan nutrisi lainnya (Delden, 2011).

Fruit Leather merupakan produk makanan berbentuk lembaran tipis dengan ketebalan 2-3 mm, kadar air 10-25%, yang mempunyai konsistensi dan cita rasa khas suatu jenis buah. *Fruit leather* adalah sejenis manisan kering yang dapat dijadikan sebagai bentuk olahan komersial dalam skala industri dengan cara yang sangat mudah, yaitu menghancurkan buah menjadi *puree* dan mengeringkannya (Raab and Oehler, 2000). Kriteria yang diharapkan dari *fruit leather* adalah warnanya yang menarik, teksturnya yang sedikit liat dan kompak, serta memiliki plastisitas yang baik sehingga dapat digulung atau tidak mudah patah (Historiarsih, 2010). *Fruit leather* dapat dibuat dari beberapa buah dengan *flavor* yang kuat dan mengandung pektin yang cukup tinggi seperti yang telah dilakukan pada penelitian-penelitian sebelumnya yaitu *fruit leather* berbahan dasar buah pepaya (Raab and Oehler, 2000), campuran sirsak rosella (Historiarsih, 2010), jambu mete (Nurlaely, 2002), nangka (Okilya *et al.*, 2010), mangga (Azeredo *et al.*, 2006), campuran mangga rosella (Safitri, 2012), campuran nanas dan pisang (Tatali, 2010), jambu (Babalola *et al.*, 2002), Sirsak dan daun katuk (Utomo dkk, 2014) dan Ramadhan dkk, (2015) dalam penelitiannya mengombinasikan buah naga merah dan mangga.

Menurut Delden (2011), *fruit leather* adalah produk olahan buah yang telah dikeringkan, mempunyai tekstur kenyal dan *flavorful*. Pembuatan *fruit leather* dilakukan dengan pengambilan daging buah untuk memisahkan antara bagian buah dengan bijinya. Setelah itu dilakukan penghancuran menjadi *puree* serta dilakukan penambahan air dan gula kemudian dilakukan perebusan. Rebusan *puree* buah selanjutnya dituangkan dalam loyang dan dikeringkan pada suhu tertentu. Setelah dilakukan pengeringan maka didapatkan produk jadi *fruit leather* (Historiasih, 2010). *Fruit leather* terbuat dari bubur buah yang dilembarkan dan

dikeringkan menggunakan oven atau *dehydrator*. Pengeringan *fruit leather* menggunakan suhu 60-63°C selama 4-10 jam. Lama pengeringan tergantung pada peralatan yang digunakan dan kelembaban udara (Kendall and Sofos, 2003).

Sebelum dikeringkan, buah dipanaskan terlebih dahulu pada suhu 71°C.

Hal ini untuk mencegah peningkatan jumlah bakteri yang masih mungkin untuk bertahan ketika proses pengeringan. Selain itu, pemanasan awal juga dapat menghentikan proses pemasakan buah oleh enzim, mempertahankan warna buah, dan mempercepat proses pengeringan (Kendall and Sofos, 2003). Standar mutu *fruit leather* belum ada, namun menurut Nurlaely (2002), *fruit leather* yang baik mempunyai kandungan air 10-20%, nilai aw kurang dari 0,7, tekstur plastis, kenampakan seperti kulit, terlihat mengkilat, dapat dikonsumsi secara langsung serta mempunyai warna, aroma dan cita rasa khas suatu jenis buah sebagai bahan baku. Menurut Reynolds (1993) dalam Asben (2007), *fruit leather* yang baik memiliki ketebalan 2-3 mm, memiliki kadar air 10-20%, mempunyai konsistensi dan rasa khas sesuai dengan jenis buah yang digunakan, warnanya menarik, transparan, teksturnya yang kompak, serta memiliki plastisitas yang baik sehingga dapat digulung dan tidak mudah patah. Menurut Lamuel *et al.*, (2014) pembuatan *fruit leather* tidak mengurangi nilai nutrisi dan juga bermanfaat untuk meningkatkan konsumsi buah-buahan serta upaya mencukupi nutrisi bagi masyarakat.



Gambar 1. Lembaran *Fruit Leather*
Sumber: (Bauer, 2017)

Fruit leather merupakan alternatif produk olahan buah untuk memperpanjang masa simpan karena buah-buahan cenderung berkadar air tinggi sehingga memiliki masa simpan yang relatif singkat. *Fruit leather* berbentuk lembaran tipis dari bubur buah yang dikeringkan dengan konsistensi dan rasa khas dari buah yang digunakan. Masalah yang sering timbul pada *fruit leather* yaitu terkait dengan tekstur yang dihasilkan, buah-buahan dengan kandungan air terlalu

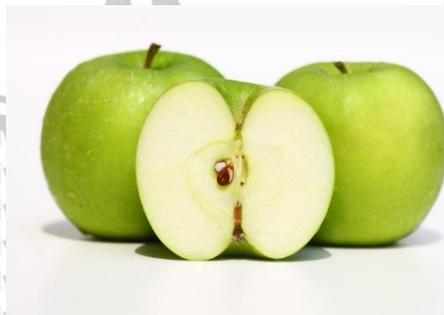
tinggi akan menghasilkan tekstur *fruit leather* yang kurang baik plastisitasnya. Upaya pemecahan masalah tersebut yaitu dengan cara penambahan hidrokoloid untuk memperbaiki keplastisan. Pada penelitian sebelumnya ditambahkan gum arab digunakan sebagai bahan tambahan dalam pembuatan *fruit leather* (Astuti dkk, 2015; Praseptiangga dkk, 2015; Utomo dkk, 2014).

2.2 Apel (*Malus sylvestris mill*)

2.2.1 Klasifikasi Apel Manalagi (*Malus sylvestris mill*)

Apel Manalagi (*Malus sylvestris mill*) merupakan salah satu komoditas yang banyak dihasilkan di kota Batu-Jawa timur. Buah apel memiliki bermacam-macam varietas yang memiliki ciri khas tersendiri. Contoh varietas apel unggulan adalah manalagi, Anna, Princess Nobledan Wangli, Romebeauty. Apel manalagi memiliki rasa yang manis dan memiliki kandungan asam yang rendah. Apel anna dan romebeuty memiliki rasa asam manis dengan kandungan asam yang tinggi (Untung, 1996). Tanaman apel (*Malus sylvestris mill*), menurut Sufrida dan Maloedyn (2007) memiliki klasifikasi sebagai berikut:

Divisio	: Spermatophyta
Subdivisio	: Angiospermae
Klas	: Dicotyledone
Ord	: Rosales
Famili	: Rosaceae
Genus	: <i>Malus</i>
Species	: <i>Malus sylvestris mill</i>



Gambar 2. Apel Manalagi (*Malus sylvestris mill*)
(Sumber: Moersidi, 2015)

Buah apel manalagi berbentuk bulat dengan ujung dan pangkal berlekuk dangkal, dengan diameter 4-7 cm dan berat 75-160 gram/buah. Buah apel manalagi berwarna hijau muda kekuningan dengan aroma yang harum segar. Daging buahnya berwarna putih, sedikit air dan teksturnya agak liat. Bentuk bijinya bulat pendek dan berwarna cokelat tua. Produksi buah rata-rata tiap pohonnya sekitar 75 kg per musim (Jannata dkk, 2014).

2.2.2 Manfaat dan Komposisi Kimia Apel

Apel mengandung *Flavonoid*, serat dan fruktosa (gula). Dalam 100 gram apel terkandung 2,1 gram serat. Kontribusi satu buah apel lebih dari 10% dari total kebutuhan serat perhari. Jika kulit dikupas, kandungan serat apel masih tetap tinggi, yaitu 1,9 gram. Serat apel dapat mengurangi pengerasan arteri, menurunkan kadar kolesterol darah dan juga menurunkan resiko penyakit jantung koroner. Serat tak larut dalam buah apel bermanfaat untuk mengikat kolesterol LDL dalam saluran cerna untuk kemudian disingkirkan dari tubuh. Sementara itu serat larutnya (pektin) akan mengurangi produksi kolesterol LDL di hati (Afriansyah,2000)

Kandungan gula yang terdapat pada buah apel pada umumnya terdiri dari 0,66%-5,68% sukrosa, 1,23%-5,8% glukosa dan 6,92%-11,38% fruktosa. Polisakarisa yang terdapat pada buah apel merupakan penyusun dinding sel yang terdiri dari 0,41% selulosa, 2,86% hemiselulosa dan 1,22% propektin (Helen, 1980). Dalam 100 gram buah apel, terkandung sekitar 4,42 mg aglikon quercetin dan 13,2 mg glikosida quercetin (Boyer and Liu, 2004). Kandungan quercetin ini bervariasi tiap buahnya dipengaruhi oleh perbedaan varietas, nutrisi tanaman yang dipakai, kondisi pertumbuhan, proses pengolahan, dan penyimpanan (Boyer and Liu, 2004).

Disamping quersetin apel juga mengandung zat-zat fitokimia lain yang memiliki aktivitas antikanker, yaitu: asam elagat, asam kafeat, asam klorogenat dan glutathione (*glutathione*). Asam elagat berperan sebagai obat antikanker generasi baru, generasi baru, dengan menghambat aksi utama melindungi kromosom dari kerusakan dan menghambat aksi dari banyak polutan yang mencetuskan kanker. Glutathione adalah zat fitokimia antioksidan penting dalam tubuh yang juga merupakan bahan antikanker penting yang dapat membantu efek racun dari logam berat. Zat itu juga dapat mengeliminasi pestisida dan bahan pelarut. Adanya asam elagat bersama-sama dengan kerja glutathione dapat meningkatkan daya kerja glutathione (Afriansyah, 2000). Apel mengandung

berbagai komposisi yaitu komponen kimia, anorganik dan vitamin yang sangat penting untuk pemenuhan nutrisi yang dibutuhkan oleh tubuh. Komposisi apel terdapat pada tabel berikut:

Tabel 1. Komposisi Kimia Buah Apel Segar Tiap 100 gram

Komponen Kimia	Jumlah	Komponen Anorganik	Jumlah	Komponen Vitamin	Jumlah
Air	84,5 g	Natrium (Na)	3 mg	Retinol	0 µg
Protein	0,4 g	Kalium (K)	120 mg	Karoten	18 µg
Karbohidrat	11,8 g	Kalsium (Ca)	4 mg	Vitamin D	0 µg
Energi value	47 kcal/199 KJ	Magnesium (Mg)	5 mg	Vitamin E	0,59 mg
Total nitrogen	0,06 g	Fosfor (P)	11 mg	Tiamin	0,03 mg
Total gula	11,8 g	Besi (Fe)	0,1 mg	Riboflavin	0,02 mg
Serat pangan	1,8-2 g	Tembaga (Cu)	0,02 mg	Niasin	0,1 mg
lemak	0,1 g			Triptovan 60	0,1 mg
				Vitamin B6	0,06 mg
				Vitamin B12	0 µg
				Folat	1 µg
				Pantotenat	0 µg
				Biotin	1,2 µg
				Vitamin C	6 mg

Sumber : Holland (1992)

Berikut merupakan beberapa senyawa kimia pada buah apel yang termasuk kedalam senyawa antioksidan, yaitu:

1. Vitamin C

Vitamin C merupakan vitamin larut dalam air yang memiliki peran sangat penting dalam menangkal berbagai macam penyakit. Vitamin C termasuk kedalam golongan vitamin yang dapat berfungsi sebagai antioksidan yang mampu menangkal berbagai radikal bebas. Karakteristik dari vitamin C yaitu mudah teroksidasi oleh panas, cahaya dan juga logam (Winarno, 2008). Vitamin C merupakan antioksidan kuat, akan tetapi penelitian menunjukkan bahwa hampir semua aktivitas antioksidan pada apel berasal dari berbagai macam senyawa lain.

Aktivitas antioksidan dari vitamin C kurang dari 0,4% dari total aktivitas antioksidan dalam buah apel (Wijaya, 2013).

Vitamin C merupakan antioksidan yang paling efektif untuk menghambat terjadinya kerusakan karena radikal bebas. Vitamin C ini bekerja dalam komponen air, seperti pada sitoplasma. Vitamin C ini terdapat pada sayuran dan buah-buahan, misal apel, jeruk, mangga, brokoli, pepaya, dll (Hemila, 1994). Apel mengandung vitamin C yang merupakan antioksidan dan berfungsi meningkatkan

kekebalan tubuh. Yulianti dkk, (2007) menyatakan bahwa kandungan vitamin C pada buah apel segar adalah 11.42 mg/100g.

2. Vitamin A

Vitamin A sangat penting untuk pemeliharaan sel kornea mata, membantu pertumbuhan tulang dan gigi, pembentukan dan pengaturan hormon, serta melindungi tubuh terhadap kanker. Vitamin A banyak terdapat pada sayur-sayuran (wortel, ubi, labu kuning, bayam, tomat), buah-buahan (pepaya) susu, keju, mentega dan telur. Vitamin A adalah nutrisi penting bagi tubuh khususnya menjaga kesehatan mata. Vitamin A merupakan salah satu jenis vitamin yang sifatnya akan larut dalam lemak. Retinol, retinil palmitat dan retinil asetat merupakan beberapa senyawa yang digolongkan sebagai vitamin A, jadi banyak orang yang menyebut vitamin A dengan senyawa yang termasuk golongannya tersebut (Kasmaddin, 2014).

3. Tanin

Tanin merupakan senyawa polifenol yang terdapat secara alami, sifat utamanya berikatan dengan protein dan polimer lain seperti selulosa, hemiselulosa dan ektin untuk membentuk kompleks stabil (Tangendjaja dkk, 1992). Tanin ada yang tidak berwarna dan ada yang berwarna kuning atau coklat. Terkandungnya tanin pada suatu makanan dapat ikut menentukan citra rasa bahan makanan tersebut. Tanin pada apel termasuk jenis tanin yang mudah larut dalam air sehingga menimbulkan rasa yang sepat. Tanin yang tidak larut dalam air tidak menimbulkan rasa sepat karena sudah membentuk ikatan dengan senyawa yang lain (Suhardi *et al*, 1997)

Menurut Hagerman (2002) tanin merupakan salah satu senyawa yang diperlukan dalam proses metabolisme tumbuhan. Meskipun tannin tidak digunakan dalam fungsi primer metabolisme seperti biosintesis dan biodegradasi, tannin mempunyai aktivitas biologi yang bervariasi, dapat bersifat toksik dan menyerupai hormon, serta kemungkinan berfungsi untuk melindungi pohon dari hewan herbivora dan penyakit.

Senyawa tanin dinamakan juga asam tanat dan asam galotanat. Ada yang tidak berwarna dan ada juga yang berwarna kuning atau coklat. Asam tanat mempunyai berat molekul 1,701. Tanin terdiri atas sembilan molekul asam galat dan molekul glukosa (Harborne, 1999). Istilah tanin sendiri berasal dari bahasa Celtic kuno yang berarti pohon oak, yang merupakan salah satu sumber tanin untuk proses pembuatan kulit (Hagerman, 2002).

4. Flavonoid

Flavonoid adalah salah satu jenis senyawa bersifat racun/aleopati, merupakan persenyawaan glukosida yang terdiri dari gula yang terikat dengan flavon serta merupakan senyawa golongan fenol yang mempunyai daya antibakteri dengan cara mendenaturasi protein sel bakteri (Rahardjo dkk, 2005). Buah apel segar yang dikonsumsi bersama dengan kulitnya mengandung *ellagic acid, chlorogenic acid, caffeic acid, tannic acid, flavonoid* terutama *quercetin* (golongan flavonol), *catechin*, dan *epicatechin* (Dalimarta dan Adrian 2013). Jenis antioksidan terbanyak pada buah apel yaitu *quercetin* yang merupakan senyawa fenolik (Lee *et al.*, 2003). Hadisaputra (2012) juga menyatakan bahwa apel mengandung senyawa fenolik dan golongan flavonoid. Apel mempunyai aktivitas antioksidan setara dengan vitamin C sebanyak 1500 mg (Rahardjo dkk, 2005).

Hasil penelitian mengungkapkan bahwa apel kaya serat fitokimia dan *flavonoid*. Institut kanker nasional Amerika Serikat menyatakan, apel paling banyak mengandung zat *flavonoid* dibandingkan dengan buah-buahan lainnya, selain itu, *flavonoid* ini dinilai dapat melindungi tubuh dari pengaruh radikal bebas dan polusi lingkungan (Sufrida dan Maloedyn, 2006).

5. Quersetin

Quersetin merupakan antioksidan kuat dan memiliki efek perlindungan yang sangat potensial dalam melawan sel kanker dan penyakit hati. *Quercetin* juga mampu mengurangi oksidasi lipid dan dapat meningkatkan glutathion, sehingga mampu melindungi hati terhadap kerusakan oksidatif (Molina *et al.*, 2003).

6. Pektin

Polisakarida juga dapat menimbulkan kekeruhan selama penyimpanan. Polisakarida yang dimaksud adalah senyawa pektin. Pektin merupakan serat yang larut air. Ditemukan pada semua jenis tanaman, tetapi lebih banyak pada buah yang asam seperti jeruk, lemon, anggur, dan apel. Umur buah berpengaruh terhadap fraksi pektin yang ada. Pada buah muda, fraksi pektin disebut protopektin. Sementara pada buah yang matang, protopektin tersebut menjadi pektin karena pengaruh hormon kematangan buah. Kulit apel memiliki kandungan serat (terutama pektin) dan fitokimia yang lebih banyak dari daging buah apel (Boyer and Liu, 2004). Serat pektin pada apel dapat mempengaruhi penyerapan lemak karena dapat mengikat lebih banyak asam lemak dalam saluran pencernaan yang selanjutnya diekskresikan melalui feses (Setorki *et al.*, 2009). Pektin (serat larut) dalam apel tidak hanya bermanfaat menurunkan kolesterol,

namun dapat mengikat logam berat seperti timbal dan merkuri lalu dikeluarkan dari tubuh. Kedua jenis serat dalam apel (larut dan tidak larut) dapat berfungsi sebagai pelindung munculnya kanker. Mekanismenya melalui pencegahan konstipasi (sulit buang air) sehingga substansi *toxic* (racun) dapat segera dikeluarkan melalui feses. Pektin juga bermanfaat mengatasi diare karena kemampuannya membentuk fase lunak, *bulky*, dan tidak cair (Khomsan, 2006).

7. Fenol

Menurut Wildman (2001), bahwa kurang lebih 45% dari total senyawa fenol apel adalah *flavonoid*. Senyawa *flavonoid* merupakan antioksidan alami yang terdapat dalam buah apel. Oleh karena itu, dengan meningkatnya konsentrasi fenol maka kandungan *flavonoid* akan semakin tinggi sehingga aktivitas antioksidan semakin meningkat. *Flavonoid* merupakan salah satu dari kelompok senyawa fenolik yang dapat ditemukan di buah dan sayur dan merupakan bagian dari fitokimia. Kulit apel mengandung total senyawa fenol yang lebih kaya daripada daging buahnya (Chinnici *et al.*, 2004). Kelompok senyawa fenol yang paling penting adalah *flavonoid* (Shills, 2006). Menurut Gordon (1990) dalam Firmansyah dan Adawiyah (2003), fenol sebenarnya inaktif sebagai antioksidan, namun bila terdapat atom-atom hidrogen yang tersubstitusi pada grup alkilnya (posisi orto dan para) maka dapat aktif sebagai antioksidan.

Menurut Jamrianti (2007), *Browning* enzimatis pada buah yang mengandung senyawa fenol dipengaruhi oleh enzim polypenol oksidase (PPO) dengan bantuan oksigen akan mengubah fenol menjadi O-hidroksi phenol, yang selanjutnya diubah lagi menjadi O-kuinon. Gugus O-kuinon inilah yang membentuk warna coklat. Begitu pula yang diungkapkan oleh Cheng and Crisosto (2005), bahwa proses potongan buah apel menjadi coklat merupakan proses alami, akibat dari teroksidasinya enzim *polyphenol oxidase* (PPO) yang terdapat dalam buah apel yang menjadi katalis terjadinya polimerisasi yang membentuk secara cepat melanin, pigmen berwarna coklat yang membuat potongan apel tersebut berubah warna menjadi kecoklatan. Salah satu cara untuk mencegah perubahan warna ini adalah dengan melumuri atau mencelupkan potongan apel ini ke sari jeruk atau cairan asam lainnya, sehingga kadar keasaman jadi tinggi dan menghalangi enzim PPO bekerja.

2.3 Pisang (*Musa paradisiaca*)

2.3.1 Komposisi Kimia Pisang

Buah pisang mempunyai kandungan gizi yang baik, antara lain menyediakan energi yang cukup tinggi dibandingkan dengan buah-buahan yang lain. Pisang kaya mineral seperti kalium, magnesium, besi, fosfor dan kalsium, juga mengandung vitamin B, B6 dan C serta serotonin yang aktif sebagai neurotransmitter dalam kelancaran fungsi otak. Nilai energi pisang rata-rata 136 kalori untuk setiap 100 g. Bila dibandingkan dengan jenis makanan lainnya, mineral pisang khususnya besi dapat seluruhnya diserap oleh tubuh. (Prabawati dkk, 2008)

Tabel 2. Komposisi Zat Gizi Pisang Per 100 g Buah Segar

Komponen Kimia	USDA (2009)	Komponen Kimia	Malaterre <i>et al.</i> , (2016)
Air (g)	74,91	Total Polyphenol (mg)	148,5
Protein (g)	1,09	Total Flavonoid (mg)	9,1
Kadar Abu (g)	0,82	Total karotenoid (µg)	45,5
Karbohidrat (g)	22,84		
Total Gula (g)	12,23		
Kalsium (mg)	5		
Potassium (mg)	358		
Magnesium (mg)	27		
Fosfor (mg)	22		
Vitamin C (mg)	8,7		

Sumber: USDA (2009) dan Malaterre *et al.*, (2016)

2.3.2 Manfaat Pisang Bagi Kesehatan

Buah pisang merupakan sumber yang kaya fitonutrien penting, termasuk vitamin dan senyawa fenolik (Lim, *et al.*, 2007; Wall, 2006). Hal ini juga terutama diperkaya dengan mineral, seperti fosfor, natrium, kalium, kalsium, magnesium, besi, tembaga, seng dan mangan (Forster *et al.*, 2003). Pemanfaatan pisang sebagai bahan dalam produk makanan yang berbeda memberikan efek menguntungkan pada kesehatan manusia. Penggabungan dari pisang dalam olahan dari banyak produk makanan meningkatkan total serat makanan, pati resisten, jumlah pati dan beberapa mineral penting (fosfor, magnesium, kalium dan kalsium). Pisang adalah makanan pokok di banyak negara dan karena nilai gizi yang tinggi memiliki efek positif pada kesehatan dan kesejahteraan banyak orang. Beberapa peneliti telah dibuktikan bahwa pisang merupakan sumber penting dari fitokimia yang baik bagi kesehatan (Davey *et al.*, 2007; Someya, *et al.*, 2002).

Buah pisang mengandung senyawa bioaktif yang memiliki potensi antioksidan, yang memberikan kontribusi untuk pertahanan fisiologis mereka terhadap oksidatif dan radikal-dimediasi bebas reaksi dalam sistem biologi. asam nukleat, protein dan lipid yang rusak oleh spesies oksigen reaktif (ROS) yang diproduksi di dalam sel selama oksidasi. Pisang secara teratur dikonsumsi oleh banyak orang dan senyawa bioaktif hadir dalam mereka memiliki kegiatan antioksidan yang signifikan, yang efektif dalam melindungi tubuh terhadap berbagai tekanan oksidatif (Vijayakumar *et al.*, 2008). Banyak senyawa bioaktif dengan antioksidan dan terkait properti telah diidentifikasi dalam pisang (Englberger *et al.*, 2003; Someya *et al.*, 2002; Vijayakumar *et al.*, 2008). Di antaranya antioksidan yang paling melimpah di pisang adalah fenolat, karotenoid dan asam askorbat (Kondo *et al.*, 2005; Sulaiman *et al.*, 2011; Wall, 2006).

Bubur (*Puree*) pisang mengandung dopamin, dopa, karoten, norepinefrin dan asam askorbat dengan kegiatan antioksidan yang tinggi. Antioksidan ini menghambat penuaan, mencegah penyakit jantung koroner, kanker dan gangguan neurodegenerative yang terkait dengan stres oksidatif yang disebabkan oleh ROS. Konsumsi pisang kaya karotenoid melindungi terhadap vitamin A gangguan kekurangan dan penyakit kronis, yang lebih terlihat dan masalah yang berkembang di seluruh dunia (Englberger *et al.*, 2003). Konsumen lebih sadar kesehatan dan lebih memilih buah-buahan segar dan sayuran yang kaya akan senyawa antioksidan, vitamin, serat makanan dan mineral. Senyawa antioksidan buah-buahan mengurangi risiko gangguan neurodegenerative, menghambat proses penuaan dan membantu dalam menurunkan kejadian penyakit degeneratif, seperti penyakit jantung, arteriosclerosis, peradangan, arthritis, kanker dan disfungsi otak (Singh *et al.*, 2015). konsumsi harian pisang meningkatkan sensitivitas insulin pada pasien diabetes dan juga menunjukkan hipokolesterolemik kegiatan (Cressey *et al.*, 2014).

2.4 Gula

Gula adalah suatu istilah umum yang sering diartikan bagi setiap karbohidrat yang digunakan sebagai pemanis. Beberapa gula misalnya glukosa, fruktosa, maltosa, sukrosa dan laktosa mempunyai sifat fisik dan kimia yang berbeda-beda misalnya dalam hal rasa manisnya, kelarutan dalam air, energi yang dihasilkan, mudah tidaknya difermentasi oleh mikroba tertentu, daya pembentukan karamel jika dipanaskan dan pembentukan kristalnya (Winarno, 2008).

Gula berfungsi memberikan rasa manis dan penyedia energi. Total gula meliputi semua gula yang terdapat dalam senyawa karbohidrat. Karbon akan digunakan sebagai sumber energi dan bersama dengan protein (sumber N) merupakan bahan dasar bagi pembentukan komponen-komponen sel, serta enzim-enzim yang dibutuhkan dalam metabolisme suatu sel (Rahmawati, 2005). Gula terlibat dalam pengawetan dan membuat aneka ragam produk-produk makanan. Bila gula ditambahkan ke dalam bahan pangan dalam konsentrasi tinggi sebagian dari air yang ada menjadi tidak tersedia untuk pertumbuhan mikroorganisme dan aktivitas air (aw) dari bahan pangan berkurang (Buckle, 1987).

Penambahan gula pada produk bukan saja untuk menghasilkan rasa manis meskipun sifat ini sangatlah penting. Jadi gula bersifat untuk menyempurnakan rasa asam, cita rasa juga memberikan kekentalan. Daya larut yang tinggi dari gula, memiliki kemampuan mengurangi kelembapan relative dan daya mengikat air adalah sifat-sifat yang menyebabkan gula dipakai dalam penawetan pangan (Buckle, 1987). Penambahan gula pada *fruit leather* selain untuk pemanis juga untuk pembentuk tekstur, ketika terdapat pektin di dalam sebuah campuran air, gula akan mempengaruhi keseimbangan pektin dan air karena gula berfungsi sebagai *dehydrating agent* yang mengurangi air di permukaan pektin (Gardjito dan Sari, 2005). Penambahan bahan pemanis juga dapat membantu pembentukan tekstur pada *fruit leather*. Pemanis berfungsi untuk meningkatkan cita rasa dan aroma, memperbaiki sifat-sifat fisik dan kimia, sebagai pengawet serta sumber kalori bagi tubuh (Fitantri dkk, 2014).

2.5 Gum Arab

Gum arab dihasilkan dari bermacam-macam pohon *Acacia sp.* Di Sudan dan Senegal. Gum arab pada dasarnya merupakan serangkaian satuan-satuan D-galaktosa, L-arabinosa, asam D-galakturonat dan L-ramnosa. Berat molekulnya antara 250.000-1000.000. gum arab jauh lebih mudah larut dalam air dibandingkan hidrokoloid lainnya. Pada olahan pangan yang banyak mengandung gula, gum arab digunakan untuk mendorong pembentukan emulsi lemak yang mantap dan mencegah kristalisasi gula (Tranggono dkk, 1999).

Gum arab lebih mudah larut dalam air dibanding hidrokoloid lainnya. Gum arab stabil dalam larutan asam, yaitu pada pH alami berkisar 3,9-4,9. Jenis pengental ini juga tahan panas pada proses yang menggunakan panas namun lebih baik jika panasnya dikontrol untuk mempersingkat waktu pemanasan,

mengingat gum arab dapat terdegradasi secara perlahan-lahan dan kekurangan efisiensi emulsifikasi dan viskositas (Imeson, 2010)

Gum arab mempunyai gugus arabino galactan protein (AGP) dan gliko protein (GP) yang berperan sebagai pengemulsi dan pengental (Gaonkar, 1995 dalam Safitri, 2012). Adapun kandungan zat gizi gum arab tiap 100 g bahan dapat dilihat pada Tabel 6.

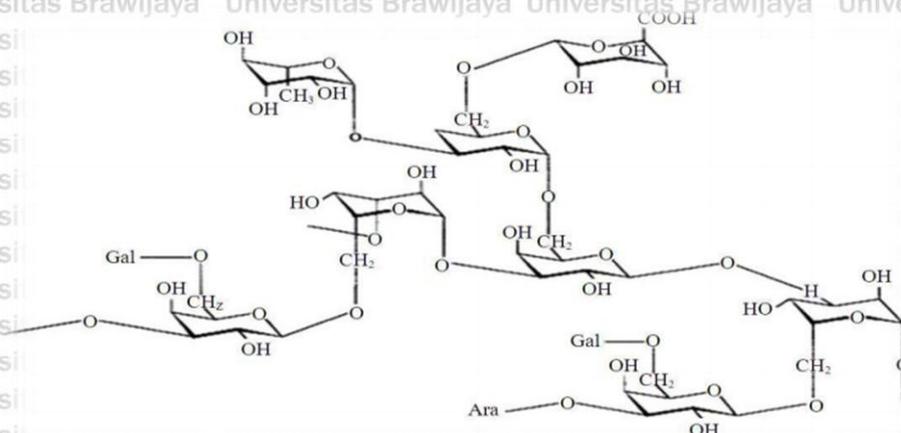
Tabel 3. Kandungan zat gizi Gum Arab (per 100 g Bahan)

Komposisi Kimia	Jumlah
Kadar Air (g)	10,8
Kadar Abu (g)	3,4
Kadar Protein (g)	1,7
Sodium (mg)	14
Potassium (mg)	310
Total Karbohidrat (mg)	86,6
Serat makanan Larut (mg)	86,6
Kalsium (mg)	1117
Magnesium (mg)	292
Besi (mg)	2

Sumber: Rabah and Abdalla (2012)

Gum arab (GA) terdiri dari terutama tiga fraksi. Fraksi utama adalah polisakarida bercabang yang terdiri dari ikatan utama molekul polimer β -1,3-galaktosa dengan cabang dari arabinosa dan rhamnosa, yang berhenti dalam asam glukuronat (ditemukan di alam sebagai garam magnesium, kalium, dan kalsium). Fraksi kedua adalah kompleks arabinogalaktan-protein dengan berat molekul yang lebih besar (GA-glikoprotein), di mana rantai arabinogalaktan secara kovalen terikat dengan rantai protein melalui kelompok serin dan hidroksiprolin dan fraksi terkecil memiliki kandungan protein tertinggi yaitu glikoprotein yang berbeda komposisi asam aminonya dari kompleks GA-glikoprotein (Yael dkk, 2006).

Adapun struktur kimia dari gum arab (Dauqan and Abdullah, 2013) dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur Kimia Gum Arab (Dauqan and Abdullah, 2013)

Gum arab tidak memiliki warna, rasa dapat digunakan memperbaiki kekentalan atau viskositas, tekstur dalam bentuk makanan. Selain itu gum arab dapat mempertahankan flavor, warna dan rasa dari bahan yang dikeringkan dengan pengering. Dalam hal ini gum arab membentuk lapisan dapat melapisi partikel flavor, sehingga melindungi dari oksidasi, evaporasi, dan absorpsi air dari udara. Di dalam industri pangan, gum arab digunakan sebagai pengikat aroma, penstabil, pengemulsi dalam pembuatan es krim (Septiana, 2011). Gum arab dapat digunakan untuk pengikatan *flavor*, bahan pengental, pembentuk lapisan tipis dan pemantap emulsi. Pengembangan produk olahan *fruit leather* dengan adanya penambahan hidrokoloid gum arab dapat meningkatkan plastisitas, kandungan serat, dan nutrisi dalam *fruit leather* (Praseptiangga dkk, 2015). Menurut Nursiwi dan Prasetyowati (2014), menyatakan bahwa semakin tinggi penambahan konsentrasi gum arab menyebabkan kandungan serat pangan pada *fruit leather* meningkat.

Secara umum larutan gum arab akan mencapai kekentalan maksimum pada pH sekitar 4,5-5,5. Kurang dan lebih dari pH ini akan menyebabkan kekentalannya rendah. Adanya elektrolit dalam larutan gum arab juga mengakibatkan turunnya kekentalan, meskipun dalam larutan sangat encer penurunan kekentalan ini lebih nyata pada larutan dengan konsentrasi yang lebih tinggi. Kemampuannya untuk membentuk larutan pekat tersebut menyebabkan gum arab merupakan pemantap dan pengemulsi yang baik jika dicampurkan dengan sejumlah besar bahan-bahan yang tidak larut. Gum arab mempunyai sifat daya gabung (*compatible*) yang luas seperti halnya dengan pati, juga dengan kebanyakan karbohidrat dan protein. Tetapi gum arab tidak mempunyai sifat

gaung dengan beberapa gum seperti natrium alginate dan gelatin. Dengan gelatin akan membentuk endapan atau kekeruhan. Dalam banyak hal sifat daya gabung atau tidak bergabung di kontrol dengan pH dan konsentrasinya (Fardiaz, 1989 dalam Soemarto, 2004).

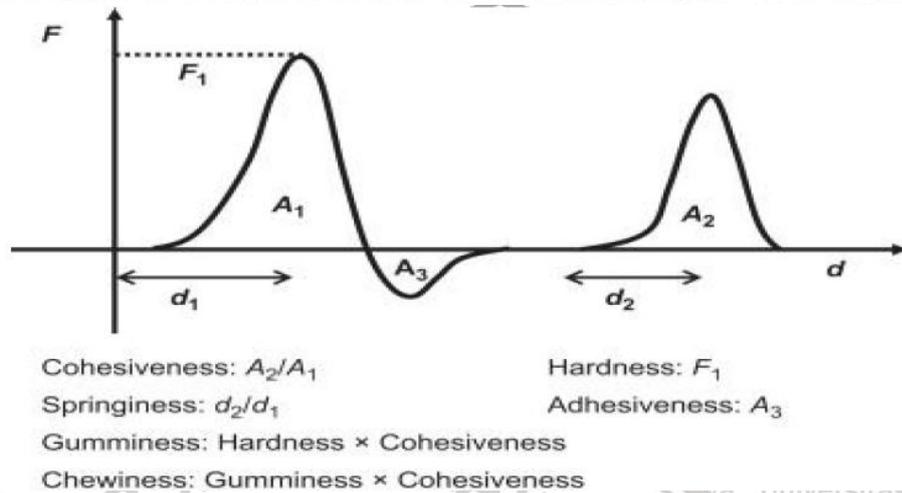
Menurut Septiana (2011), Gum arab merupakan jenis zat penstabil yang mampu mengikat sejumlah besar air, sehingga memperbaiki tekstur akhir. Dan peningkatan nilai kekerasan gel pada penambahan pektin disebabkan karena pektin bersama gula dan asam membentuk gel yang kuat sehingga dapat membuat kekerasan gel pada produk semakin keras (Nurminah dan Astuti, 2016). Gum dapat digunakan memperbaiki kekentalan atau viskositas, tekstur dalam bentuk makanan. Viskositas akan meningkat sebanding dengan peningkatan konsentrasi. Semakin tinggi konsentrasi gum arab maka viskositas larutan semakin meningkat. Pada olahan pangan yang banyak mengandung gula, gum arab digunakan untuk mendorong pembentukan emulsi lemak yang mantap dan mencegah kristalisasi gula (Tranggono dkk, 1991).

Gum arab diperoleh dari batang atau cabang spesies *Acacia* merupakan polisakarida yang paling umum digunakan di sektor industri karena sifat emulsifikasinya yang unik dan pembentukan film serta sifat enkapsulasi yang telah diterima keamanan toksikologinya oleh Komite Ahli FAO / WHO bersama tentang Aditif Makanan (Anderson and Eastwood, 1989; Motlagh *et al.*, 2006). Semakin tinggi konsentrasi gum arab yang ditambahkan maka nilai organoleptik tekstur akan semakin menurun. Hal ini dikarenakan gum arab berfungsi sebagai penstabil yang mampu mengikat air dan protein sehingga meningkatkan kekenyalan sampai batas tertentu, namun jika gum arab yang ditambahkan bertambah banyak maka tekstur produk cenderung menjadi keras (Setyawan, 2007). Penelitian sebelumnya oleh Lubis dkk, (2014), gum arab digunakan sebagai bahan penstabil dalam pembuatan *leather* yang berbahan baku nanas dan pepaya. Hal ini juga dilakukan oleh Praseptiangga dkk, (2015) penambahan gum arab pada pembuatan *fruit leather* rangka dapat memperbaiki sifat fisikokimia dari *fruit leather* rangka

2.6 Texture Profile Analysis (TPA)

Analisis tekstur merupakan pengukuran sifat-sifat mekanik suatu produk. Produk makanan dapat berkaitan dengan analisis tekstur karena berhubungan dengan sifat-sifat sensorisnya yang dideteksi oleh manusia. Pengukuran tekstur dengan menerapkan kekuatan yang dikontrol ke produk dan merekam responsnya

dalam bentuk gaya, deformasi dan waktu (Brookfield, 2017). Menurut Bourne (2002), TPA merupakan pengukuran tekstur bahan pangan dengan pengukuran imitatif, dimana prinsip pengukurannya meniru sistem pengunyah manusia.



Gambar 4. Kurva *Texture Profile Analysis* (TPA) (Bourne, 2002)

2.6.1 Kekerasan (*Hardness*)

Kekerasan (*hardness*) merupakan besarnya gaya yang diberikan hingga terjadi perubahan bentuk (deformasi) pada sampel. Semakin tinggi nilai kekerasan, maka semakin besar gaya yang dibutuhkan untuk menekan sampel sehingga semakin keras pula sampel tersebut (Sulistiyowati dan Misnawi, 2008). Menurut Szczesniak (2002), kekerasan atau *hardness* merupakan parameter mekanis berupa gaya yang diberikan untuk mencapai deformasi. Gaya tersebut dibutuhkan untuk menekan zat antara gigi geraham (bentuk padat) atau antara lidah dan langit-langit (bentuk semi-padat)

2.6.2 Kekompakan (*Cohesiveness*)

Kekompakan (*cohesiveness*) didefinisikan sejauh mana suatu material dapat berubah bentuk sebelum pecah. Secara sensorik diartikan seberapa besar suatu materi ditekan di antara gigi sebelum rusak (Szczesniak, 2002). Dalam penelitian Azhar (2017), Kekompakan (*cohesiveness*) adalah daya penahan suatu bahan pangan terhadap deformasi sebelum hancur. Kekompakan menunjukkan kekuatan internal yang membentuk suatu bahan pangan atau menunjukkan hubungan antara kekuatan atau kekompakan bahan yang saling berinteraksi.

Semakin tinggi nilai yang diperoleh menunjukkan bahwa semakin padu atau kompak produk tersebut.

2.6.3 Kelengketan (*Adhesiveness*)

Kelengketan (*adhesiveness*) merupakan tenaga yang diperlukan untuk menghilangkan gaya tarik menarik antara permukaan bahan makanan dan permukaan bahan lain ketika terjadi kontak (lidah, langit-langit dan gigi) selama proses memakan (Cardarelli *et al.*, 2008). Kelengketan (juga disebut adhesi sensitif tekanan atau taktik) bisa digambarkan sebagai kekuatan adhesi antara dua bahan yang berbeda yang bersentuhan satu sama lain dibawah tekanan ringan (Hoseney and Smewing, 1999).

2.6.4 Elastisitas (*Springiness*)

Elastisitas (*Springiness*) merupakan kekuatan pada bahan untuk kembali pada bentuk semula setelah proses penghancuran (deformasi) yang dilakukan oleh gigi (proses memakan) (Huang and Hsieh, 2005).

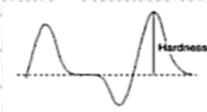
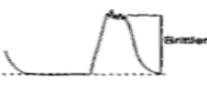
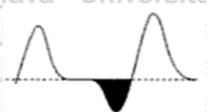
Tabel 4. Klasifikasi Intensitas Elastisitas (*Springiness*)

Skala Elastisitas (<i>Springiness</i>)	Nilai
Tidak Elastis	0,0 – 2,0
Sedikit Elastis	2,1 – 4,0
Elastis	4,1 – 6,0
Cukup Elastis	6,1 – 8,0
Sangat Elastis	8,1 – 10,0

Sumber : Huidobro *et al.*, (2003)

Nilai elastisitas (*springiness*) ditentukan dari jarak yang ditempuh oleh produk pada tekanan kedua hingga mencapai nilai gaya maksimum dibandingkan jarak yang ditempuh oleh produk pada tekanan pertama sehingga tercapai nilai gaya maksimum (Suyatma, 2010). Pengukuran nilai elastisitas (*springiness*) bertujuan untuk menentukan seberapa produk dapat kembali ke kondisi awal setelah diberi tekanan pertama kali (Szczeniak, 2002). Kandungan air ada bahan saat penguapan (pengeringan) dapat mempengaruhi elastisitas bahan. Proses ini berkaitan dengan kemampuan menahan uap air dari bahan sehingga terbentuk tekstur yang plastis (Astuti dkk, 2016).

Tabel 5. Karakteristik Mekanikal dan Definisi *Texture Profile Analysis* (TPA)

Karakteristik	Definisi Sensorial	Definisi Intrumental
Kekerasan (<i>Hardness</i>)	Gaya yang diberikan hingga terjadi perubahan bentuk (deformasi) pada objek	
Kerapuhan	Titik dimana besarnya gaya yang diberikan membuat objek menjadi patah (break/fracture)	
Kelengketan (<i>Adhesiveness</i>)	Gaya yang dibutuhkan untuk menahan tekanan yang timbul diantara permukaan objek dan permukaan benda lain saat terjadi kontak antara objek dengan benda tersebut	
Elastisitas (<i>Springiness</i>)	Laju suatu objek untuk kembali ke bentuk semula setelah terjadi perubahan bentuk (deformasi)	Siklus = Kontak Pertama – Kontak Kedua
Kekompakan (<i>Cohesiveness</i>)	Kekuatan dari ikatan-ikatan yang berada di dalam objek yang menyusun bentuk objek	
Kekenyalan (<i>Adhesiveness</i>)	Tenaga yang dibutuhkan untuk menghancurkan (memecah) pangan semi padat menjadi bentuk yang siap untuk ditelan.	$Hardness \times Cohesiveness$

Sumber: Rosenthal (1999)

2.7 Pengaruh Jenis Gula, Pektin, pH Terhadap Pembentukan Gel

Pada pembuatan *fruit leather* banyak faktor yang mempengaruhi tingkat pembentukan gel yang mempengaruhi tekstur bahan. Beberapa hal yang mempengaruhi adalah gula, pektin, pH, suhu serta lama pengeringan. Pektin bersifat mudah menjadi kental jika ditambah air dan gula dalam keadaan asam dan diberi perlakuan pemanasan. Faktor yang mempengaruhi pembentukan gel dengan tingkat kekenyalan dan kekuatan tertentu meliputi pH, konsentrasi pektin, suhu, ion kalsium dan gula (Chang and Miyamoto, 1992). Pektin dengan kadar metoksil lebih rendah dari 7% dapat membentuk gel bila ada ion-ion logam bivalen. Ion logam bivalen dapat bereaksi dengan gugus-gugus karboksil dari 2 molekul asam pektat dan membentuk jembatan. Pembentukan gel dari pektin dengan derajat metilasi tinggi dipengaruhi juga oleh konsentrasi pektin, persentase gula, dan pH. Semakin besar konsentrasi pektin, semakin keras gel yang terbentuk. Konsentrasi 1% telah menghasilkan kekerasan yang cukup baik. Gula yang ditambahkan tidak boleh lebih dari 65% agar terbentuknya kristal-kristal di permukaan gel dapat dicegah (Guichard *et al.*, 1991). Pembentukan gel pektin metoksil tinggi terjadi melalui ikatan hidrogen diantara gugus karboksil bebas dan antara gugus hidroksil. Pada pektin metoksil rendah, kemampuan membentuk gel dengan gula dan asam hilang. Sebaliknya pektin ini mampu membentuk gel dengan adanya ion kalsium (Gliksman, 1983).

Menurut Winarno (2008), gula akan mengalami karamelisasi apabila terkena panas tinggi. Karamelisasi merupakan salah satu reaksi pencoklatan enzimatis. Asam dapat menurunkan pH sehingga berfungsi untuk menghambat reaksi pencoklatan enzimatis yang optimal pada pH 6- 7 dan pencoklatan non enzimatis. Asam mengikat logam yang dapat mengkatalisis komponen warna makanan dan mengurangi kekeruhan. Penambahan gula pada manisan kering dapat berfungsi sebagai pembentuk tekstur. Pembentukan tekstur yang dimaksud yaitu pembentukan gel. Gula akan mempengaruhi keseimbangan pektin dan air karena gula berfungsi sebagai "dehydrating agent" yaitu mengurangi air yang menyelimuti pektin. Gugus hidroksil dari molekul gula dapat membentuk ikatan hidrogen intramolekul dengan molekul air membentuk hidrat yang stabil dan air terperangkap dalam gel (Gardjito dan Sari, 2005). Penambahan asam pada bahan yang mengandung pektin dapat meningkatkan pembentukan gel (Gaman and Sherington, 1994). Menurut Harris (1990), pembentukan gel dari pektin diawali dengan terdispersinya pektin dalam air dan membentuk koloid hidrofilik bermuatan

negatif. Koloid tersebut distabilkan oleh ion H^+ dari asam. Ikatan elektrostatik semakin kuat dengan semakin banyaknya ion H^+ , tetapi penambahan ion H^+ akan mengacaukan keseimbangan antara pektin dan air sehingga pektin tidak akan membentuk gel pada saat molekul-molekul pektin tersebut bergabung dalam pembentukan gel. Penambahan sukrosa akan menurunkan tingkat kestabilan antara pektin dan air. Hal ini karena sukrosa sebagai senyawa pendehidrasi, akibatnya ikatan antara pektin akan lebih kuat dan menghasilkan jaringan kompleks yang mampu menangkap molekul air dan molekul terlarut.

Menurut Desrosier (1988) mekanisme pembentukan gel dari pektin, gula, asam dan air secara garis besar adalah sebagai berikut; dalam suatu substrat, pektin adalah koloid yang bermuatan negatif. Penambahan gula akan mempengaruhi keseimbangan pektin-air yang ada dan meniadakan kemantapan pektin. Pektin akan menggumpal dan membentuk serabut halus. Struktur ini mampu menahan cairan. Kontinuitas dan kepadatan serabut-serabut yang terbentuk ditentukan oleh banyaknya kadar pektin. Kondisi yang sangat asam menghasilkan suatu struktur gel yang padat.

2.8 Antioksidan

Secara umum antioksidan merupakan senyawa yang mampu menunda atau menghambat oksidasi di bawah pengaruh oksigen atmosfer atau spesies oksigen reaktif (Pisoschi and Negulescu, 2011) atau suatu substansi yang dapat menghambat oksidasi dari senyawa lain (Embuscado, 2015). Antioksidan menunda autoksidasi dengan menghambat pembentukan radikal bebas atau mengganggu propagasi ion radikal bebas oleh salah satu (atau lebih) dari beberapa mekanisme (Brewer, 2011) atau menghambat proses inisiasi atau propagasi dari reaksi rantai oksidatif (Javanmardi *et al.*, 2003). Antioksidan dapat menyumbangkan satu atau lebih elektron kepada radikal bebas, sehingga radikal bebas dapat diredam. Antioksidan bekerja sebagai inhibitor (penghambat) reaksi oksidasi oleh radikal bebas reaktif. Radikal bebas merupakan atom atau molekul yang mempunyai satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan di orbit luarnya (Molyneux, 2004). Fungsi utama antioksidan untuk memperkecil terjadinya proses oksidasi dalam tubuh (Suhartono *et al.*, 2002) dan sebagai senyawa yang berpotensi untuk kesehatan tubuh manusia dan mencegah adanya kerusakan akibat suatu radikal (Dimitrios, 2006) yang apabila ditambahkan dengan konsentrasi rendah pada bahan pangan atau substrat yang mudah teroksidasi

dapat mencegah terjadinya oksidasi pada bahan pangan tersebut (Ramamoorty and Bono, 2007).

Senyawa antioksidan berperan penting dalam kesehatan, sebagai senyawa yang dapat menangkal dan mengurangi dampak negatif dari oksidan dalam tubuh karena antioksidan dapat menunda atau menghambat oksidasi lemak atau molekul lain dengan menghambat mekanisme proses inisiasi atau propagasi dari reaksi rantai oksidatif dan dapat memperbaiki kerusakan pada sel tubuh dengan adanya oksigen (Ghavidel *et al.* 2015; Kim *et al.* 2011). Antioksidan banyak digunakan dalam proses pengolahan makanan (pangan) yang berfungsi untuk memperpanjang masa simpan, terutama pada makanan yang banyak mengandung senyawa lemak tak jenuh (Sanda *et al.*, 2015) serta mencegah proses oksidasi makanan karena adanya proses perubahan lemak (lipid), vitamin, protein dan gula akibat adanya pengaruh *reactive oxygen species* (ROS) (Oliver *et al.*, 2015)

Metode pengujian aktivitas antioksidan dilakukan dengan berbagai metode uji. Diantaranya menggunakan peredaman radikal bebas DPPH. Metode ini memiliki banyak kelebihan diantaranya sederhana, mudah dilakukan, prosesnya cepat / tidak membutuhkan waktu lama dan memiliki tingkat kepekaan yang baik, dan hanya sedikit membutuhkan sampel. Prinsip metode DPPH adalah melakukan pengukuran aktivitas antioksidan secara kuantitatif dengan pengukuran penangkapan radikal DPPH oleh senyawa yang mempunyai aktivitas antioksidan menggunakan alat spektrofotometer, sehingga diketahui jumlah atau nilai aktivitas peredaman radikal bebas yang dinyatakan dengan nilai IC50 (*Inhibitory Concentration*) (Molyneux, 2004).

2.9 Uji Organoleptik

Pengujian organoleptik disebut penilaian indera atau penilaian sensorik merupakan suatu cara penilaian dengan memanfaatkan panca indera manusia untuk mengamati tekstur, warna, bentuk, aroma, rasa suatu produk makanan, minuman ataupun obat (Ayustaningwarno, 2014). Pengujian organoleptik merupakan pengujian yang didasarkan pada proses penginderaan. Penginderaan diartikan sebagai suatu proses fisio-psikologis yaitu kesadaran atau pengenalan alat indra yang berasal dari benda tersebut (Wagiyono, 2003).

Uji organoleptik mencakup suatu teknik untuk mengukur respon manusia terhadap suatu bahan pangan dengan cara yang akurat dan meminimalisir

potensial efek bias dari hasil identifikasi dan informasi lainnya yang dapat mempengaruhi persepsi konsumen (Lawless and Heyman, 1998). Uji organoleptik telah ditetapkan sebagai suatu metode ilmiah yang digunakan untuk membangkitkan, mengukur, menganalisa dan menginterpretasikan kesan terhadap suatu produk sebagai suatu respon yang dirasakan dari hasil penglihatan, penciuman, sentuhan, pengecapan dan pendengaran (Stone and Sidel, 2004). Kemampuan alat indra memberikan kesan atau respon dapat dianalisis berdasarkan jenis kesan, intensitas kesan, luas daerah kesan, lama kesan dan kesan hedonik (Wagiyono, 2003).

Pengujian sensori berperan penting dalam pengembangan produk dengan meminimalkan resiko dalam pengambilan keputusan. Panelis dapat mengidentifikasi sifat-sifat sensori yang akan membantu untuk mendeskripsikan produk. Analisis sensori merupakan faktor yang sangat penting terhadap pilihan dan kesukaan konsumen sehingga analisis sensori sangat penting untuk menentukan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap atribut produk, penerimaan dan pilihan konsumen khususnya untuk makanan dan minuman (Dos and Bastos, 2008). Ayustaningwarno (2014) menyatakan evaluasi sensorik dapat digunakan untuk menilai adanya perubahan yang dikehendaki atau tidak dalam produk atau bahan-bahan formulasi, mengidentifikasi area untuk pengembangan, mengevaluasi produk pesaing, mengamati perubahan yang terjadi selama proses atau penyimpanan dan memberikan data yang diperlukan untuk promosi produk. Selain itu, penerimaan dan kesukaan atau preferensi konsumen serta korelasi antara pengukuran sensori dan kimia atau fisik dapat juga diperoleh dengan evaluasi sensori.

Prinsip untuk semua tes sensorik adalah bahwa metode uji harus dipilih atas dasar tujuan untuk penelitian. Desain uji sensori tidak hanya melibatkan pemilihan metode yang tepat tetapi juga pemilihan peserta dan analisis statistik yang tepat (Lawless dan Heyman, 1998). Dalam uji organoleptik harus dilakukan dengan cermat karena memiliki kelebihan dan kelemahan. Uji organoleptik memiliki relevansi yang tinggi dengan mutu produk karena berhubungan langsung dengan selera konsumen. Selain itu, metode ini cukup mudah dan cepat untuk dilakukan, hasil pengukuran dan pengamatan cepat diperoleh. Kelemahan dan keterbatasan uji organoleptik diakibatkan beberapa sifat inderawi tidak dapat dideskripsikan, manusia yang dijadikan panelis terkadang dapat dipengaruhi oleh kondisi fisik dan mental sehingga panelis menjadi jenuh dan kepekaan menurun

serta dapat terjadi salah komunikasi antara manajer dan panelis (Meilgaard *et al.* 2000).

Metode *Rate All That Apply* (RATA) merupakan suatu metode kuantitatif dalam melakukan sensory profiling yang bertujuan untuk mengetahui persepsi konsumen dalam menentukan karakteristik suatu produk. Melalui karakteristik tersebut dapat diketahui perbedaan antara sampel yang diujikan secara objektif. Metode ini merupakan implementasi dari metode sebelumnya yaitu *Check All that Apply* (CATA) dimana metode sebelumnya bersifat kualitatif dan tidak menentukan intensitas pada setiap atribut yang dipilih (Ares *et al.*, 2014). Kelebihan dari metode RATA adalah adanya kesempatan yang diberikan kepada panelis untuk menggambarkan seberapa besar intensitas atribut tersebut (Ares *et al.*, 2014).

2.10 Serat Pangan

Definisi fisiologis serat pangan adalah sisa sel tanaman setelah dihidrolisis enzim pencernaan manusia. Hal ini termasuk materi dinding sel tanaman seperti selulosa, hemiselulosa, pectin dan lignin; juga polisakarida intraseluler seperti gum dan musilago. Tetapi definisi ini tidak menerangkan sisa makanan yang tidak dapat dicerna yang dapat mencapai kolon. Definisi kimianya adalah polisakarida bukan pati dari tumbuhan ditambah lignin. Pengertian serat pangan tidak sama dengan serat kasar. Yang dimaksud dengan serat kasar adalah zat sisa asal tanaman yang biasa dimakan yang masih tertinggal setelah berturut-turut diekstraksi dengan zat pelarut, asam encer dan alkali. Dengan demikian nilai zat serat kasar selalu lebih rendah dari serat pangan, kurang lebih hanya seperlima dari seluruh nilai serat pangan. Dinding tanaman mengandung persentase serat yang lebih besar, biasanya terdiri dari dua dinding. Dinding yang pertama adalah pembungkus sel yang belum matang terdiri dari selulosa. Dinding kedua terbentuk setelah sel matang yang terdiri dari selulosa dan non selulosa (polisakarida) (Beck, 2011).

Menurut Lestiany dan Aisyah (2011), serat pangan dapat digolongkan menjadi serat tidak larut dan serat larut, yaitu:

1. Serat tidak larut (tidak larut air) terdiri dari karbohidrat yang mengandung selulosa, hemiselulosa dan non karbohidrat yang mengandung lignin. Sumber-sumber selulosa adalah kulit padi, kacang polong, kubis, apel sedangkan hemiselulosa adalah kulit padi dan gandum. Sumber-sumber lignin adalah wortel, gandum dan arbei.

2. Serat larut (larut dalam air) terdiri dari pektin, gum, B-glukan dan *psylum seed husk* (PSH). Bahan makanan yang kaya akan pektin adalah apel, arbei dan jeruk. Gum banyak terdapat pada oatmeal dan kacang-kacangan.

Dengan metode analisis kimia yang modern, serat makanan dapat dibagi menjadi tiga kelompok utama:

1. Selulosa

Selulosa adalah polisakarida yang merupakan tipe serat yang paling umum dijumpai. Benang-benang serat yang panjang dan ulet memberikan bentuk serat kekakuan pada tanaman, dan akan menyelip diantara gigi-geligi manusia.

Sayuran merupakan sumber makanan yang kaya akan selulosa.

2. Pektin

Pektin dan musilago. Bahan-bahan serat ini memiliki komposisi yang serupa. Bahan tersebut semuanya merupakan polisakarida non/selulosa tetapi dengan fungsi yang berbeda-beda di dalam tanaman. Pektin bergabung dengan air membentuk gel. Keberadaan pektin dalam buah memungkinkan dipertahankannya air di dalam buah tersebut, misalnya sebutir jeruk mengandung air sebanyak 85 persen. Musilago ditemukan bercampur dengan endosperm dalam biji sebagai tanaman. Bahan ini dapat mengikat air sehingga mencegah keringnya biji dalam keadaan tak aktif. Biji pada buncis, kacang polong, kacang kapri merupakan sumber yang kaya akan serat musilago.

3. Lignin

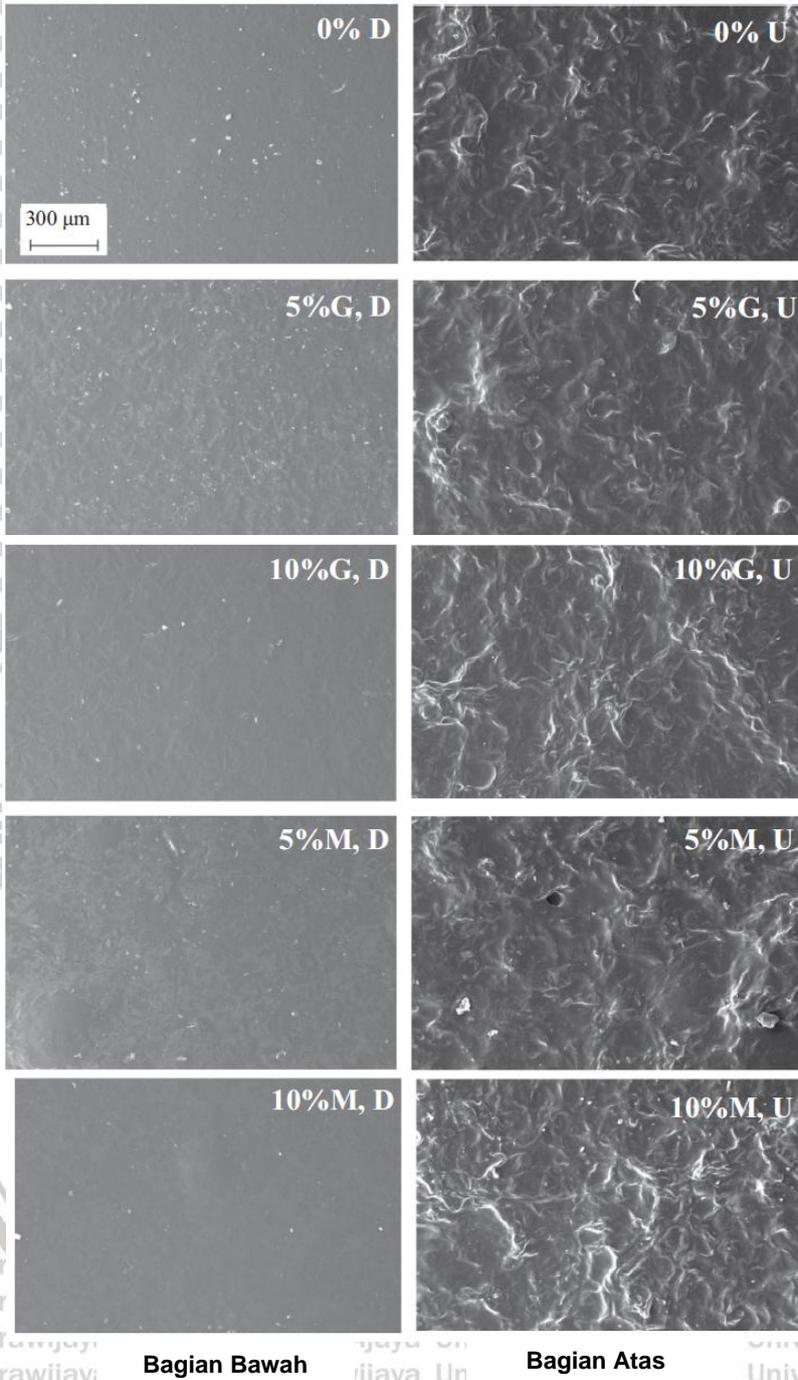
Lignin merupakan serat yang memberikan bentuk struktur dan kekuatan yang khas bagi kayu tanaman. Jumlah lignin dalam sebatang pohon bervariasi antara 10 hingga 50 persen dan jumlah ini tergantung spesies dan maturitas pohon tersebut, lignin bukan komponen penting dalam diet manusia (Beck, 2011).

Dalam Muchtadi (2001) serat pangan terdiri dari serat larut dan serat tidak larut. Gum arab merupakan golongan serat pangan larut (SDF). Gum arab mengandung 45% galaktosa, 24% arabinosa, 13% rhamnosa dan 16% asam galakturonat. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penambahan gum arab pada proses pembuatan *fruit leather* meningkatkan kadar serat pangan pada bahan (Nursiwi dan Prasetyowati, 2014)

2.11 Scanning Electron Microscopy (SEM)

Scanning Electron Microscopy (SEM) adalah sebuah mikroskop elektron yang didesain untuk menyelidiki permukaan dari objek secara langsung. Beberapa informasi yang bisa didapatkan dari penggunaan SEM antara lain (Permukaan sampel), morfologi (bentuk dan ukuran sampel), komposisi (Kandungan senyawa-senyawa pada sampel), dan interaksi antar komponen. Prinsip kerja SEM bermula dari *electron beam* yang dihasilkan oleh sebuah filamen pada elektron gun. Lensa magnetik memfokuskan elektron menuju sampel kemudian sinar elektron yang terfokus memindai keseluruhan sampel dengan diarahkan oleh koil pemindai. Ketika elektron mengenai sampel maka sampel akan mengeluarkan elektron baru yang akan diterima oleh detektor dan dikirim ke monitor (Dunlap and Skaveg., 1997). Untuk sampel non logam, sampel harus dilapisi logam terlebih dahulu agar konduktivitasnya baik. Logam yang digunakan biasanya emas.

Menurut Gounga *et al.* (2007), agregat pada permukaan film yang bisa dimakan dihubungkan dengan perbedaan dalam sifat penyerapan air didalamnya. García *et al.* (2009), menunjukkan bahwa perbedaan pada struktur mikro film yang dapat dimakan dapat menyebabkan perbedaan dalam sifat mekanik seperti resistensi dan perpanjangan saat putus. Pada Gambar 5 merupakan gambar mikrostruktur *fruit leather* apel dengan kombinasi penambahan maltodextrin yang dianalisa dengan menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM)



Glukosa

Maltodekstrin

Gambar 5. SEM gambar permukaan *Fruit leather* apel (G: glukosa, M: maltodekstrin; D: sisi menghadap ke bawah selama pengeringan; U: sisi menghadap ke atas selama pengeringan) (Valenzuela and Jose, 2015)

BAB III. KERANGKA PENELITIAN

3.1 Kerangka Konsep Penelitian

Apel kaya akan vitamin C, Vitamin B1, Vitamin A, fosfor, kalsium, Besi dan lain-lain. Kualitas penting dari apel adalah jumlah polifenol. Lima kelompok polifenol utama yang ditemukan dalam apel: flavanols, asam fenolik, flavonol, dihydrochalcones, dan antosianin (Ceymann *et al.*, 2012). Kandungan dan senyawa pada apel selaras dengan tingkat kerusakan dan pematangan pada apel.

Menurut Hyodo (1991) kerusakan (stress) yang dialami oleh komoditas buah apel dapat disebabkan oleh tiga hal yaitu; faktor fisik, kimiawi, dan biologis. Faktor fisik dapat berupa tekanan, suhu yang terlalu rendah (*chilling injury-freezing injury*), suhu yang terlalu tinggi, dan komposisi gas atmosfer yang tidak sesuai (anaerob). Pada faktor kimiawi kerusakan dapat disebabkan oleh polusi udara (ozon, sulfur dioksida, dll) serta pestisida berlebihan. Adapun faktor mikrobiologis ialah disebabkan oleh berbagai jenis virus, bakteri, dan jamur.

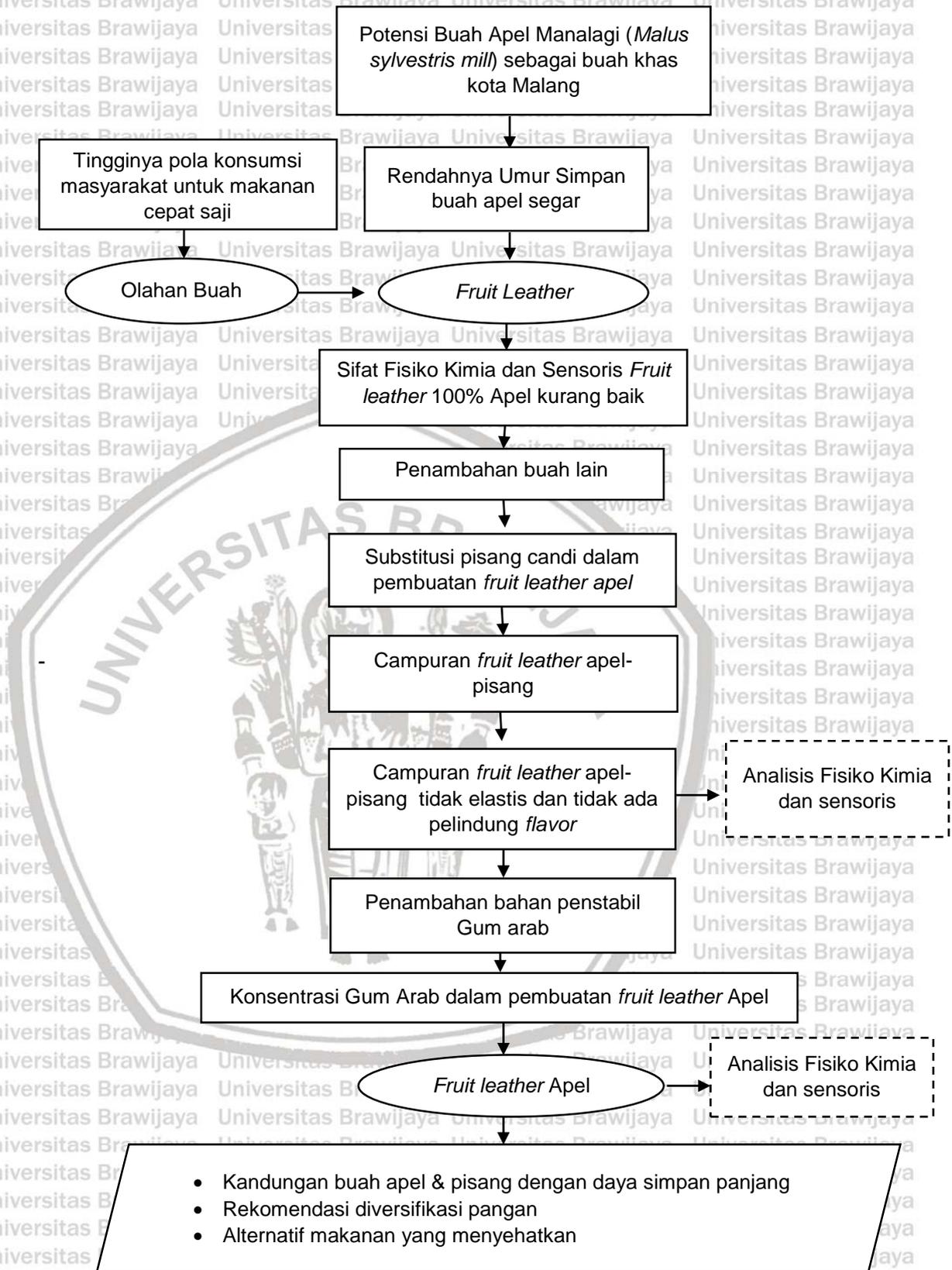
Banyak pengolahan yang sudah berkembang dengan tujuan untuk memperpanjang umur simpan, meningkatkan daya jual buah dan sayur serta untuk meningkatkan keanekaragaman produk (Sidi dkk, 2014). *Fruit leather* merupakan salah satu produk makanan ringan dari bubur buah (*puree*) yang dikeringkan dalam oven atau dehidrator (Praseptiangga dkk, 2015). Dehidrasi memungkinkan untuk penyimpanan jangka panjang buah-buahan sehingga memungkinkan pelestarian vitamin dan nutrisi lain dari buah-buahan segar dan sayuran yang sangat penting bagi kesehatan manusia (Cadenas and Packer, 2002). Meski apel *leather* mudah dan sederhana, tetapi memiliki kelemahan bila tidak ada penambahan bahan lain sehingga kualitas serta warna yang dihasilkan kurang menarik sehingga dibutuhkan kombinasi beberapa buah untuk menambah nilai kandungan nutrisi didalamnya (Leiva *et al.*, 2009 dan Valenzuela and Aguilera, 2013). Bains *et al.* (2013) dalam penelitiannya memadukan buah apel dan apricot dalam pembuatan *fruit leather*, sedangkan Torres *et al.* (2015) memadukan buah apel dan kiwi dalam pembuatan *fruit leather*. Hal ini dapat memperbaiki sifat fisiko-kimia dari apel tersebut sehingga penggunaan pisang diduga dapat memperbaiki sifat fisiko-kimia dari apel *leather* tersebut.

Tekstur pisang yang lembut diperkaya dengan mineral, seperti fosfor, natrium, kalium, kalsium, magnesium, besi, tembaga, seng dan mangan (Forster *et al.*, 2003). Pisang adalah buah yang siap untuk makan dan buah yang paling

terjangkau untuk manusia konsumsi, yang bekerja untuk membangun kesehatan yang baik, karena yang nilai gizi dan obat besar. Oleh karena itu, membuat *fruit leather* dari buah-buahan segar adalah cara yang efektif untuk melestarikan buah-buahan (Maskan *et al.*, 2002). Selanjutnya, *fruit leather* memiliki kalori jauh lebih sedikit, kurang dari 100 kkal per porsi (Huang & Hsieh, 2005) dan memiliki nilai gizi yang jauh lebih besar (misalnya, terutama dalam hal energi, mineral, antioksidan dan serat) dari buah-buahan segar karena semua nutrisi terkonsentrasi. Ada sejumlah besar *fruit leather* yang tersedia di pasar, seperti mangga, buah aprikot, anggur, berry, buah Kiwi, dan nangka (Torres *et al.*, 2015).

Menurut Historiarsih (2010), masalah yang sering timbul pada *fruit leather* adalah plastisitasnya yang kurang baik. Zat penstabil merupakan bahan pengikat yang ditambahkan dalam campuran bahan baku saat pengolahan *fruit leather* dengan tujuan agar terbentuk tekstur yang sedikit liat dan kompak, sehingga *fruit leather* yang dihasilkan memiliki plastisitas yang baik. Salah satu zat penstabil yang dapat digunakan dalam pembuatan *fruit leather* adalah gum arab. Gum arab dapat digunakan untuk pengikatan *flavor*, bahan pengental, pembentuk lapisan tipis dan pemantap emulsi. Pengembangan produk olahan *fruit leather* dengan adanya penambahan hidrokoloid gum arab dapat meningkatkan plastisitas, kandungan serat, dan nutrisi dalam *fruit leather* (Praseptiangga, 2015). Semakin tinggi konsentrasi zat penstabil yang digunakan juga diduga memberikan pengaruh terhadap mutu *fruit leather* dan menentukan nilai ekonomis dari produk yang dihasilkan (Historiasih, 2010).

Dari penjelasan yang telah disampaikan, tampak bahwa perlunya penelitian mengenai sifat fisiko-kimia dan sensoris dari *fruit leather* apel. Untuk itu kerangka penelitian ini diperlihatkan pada Gambar 6.



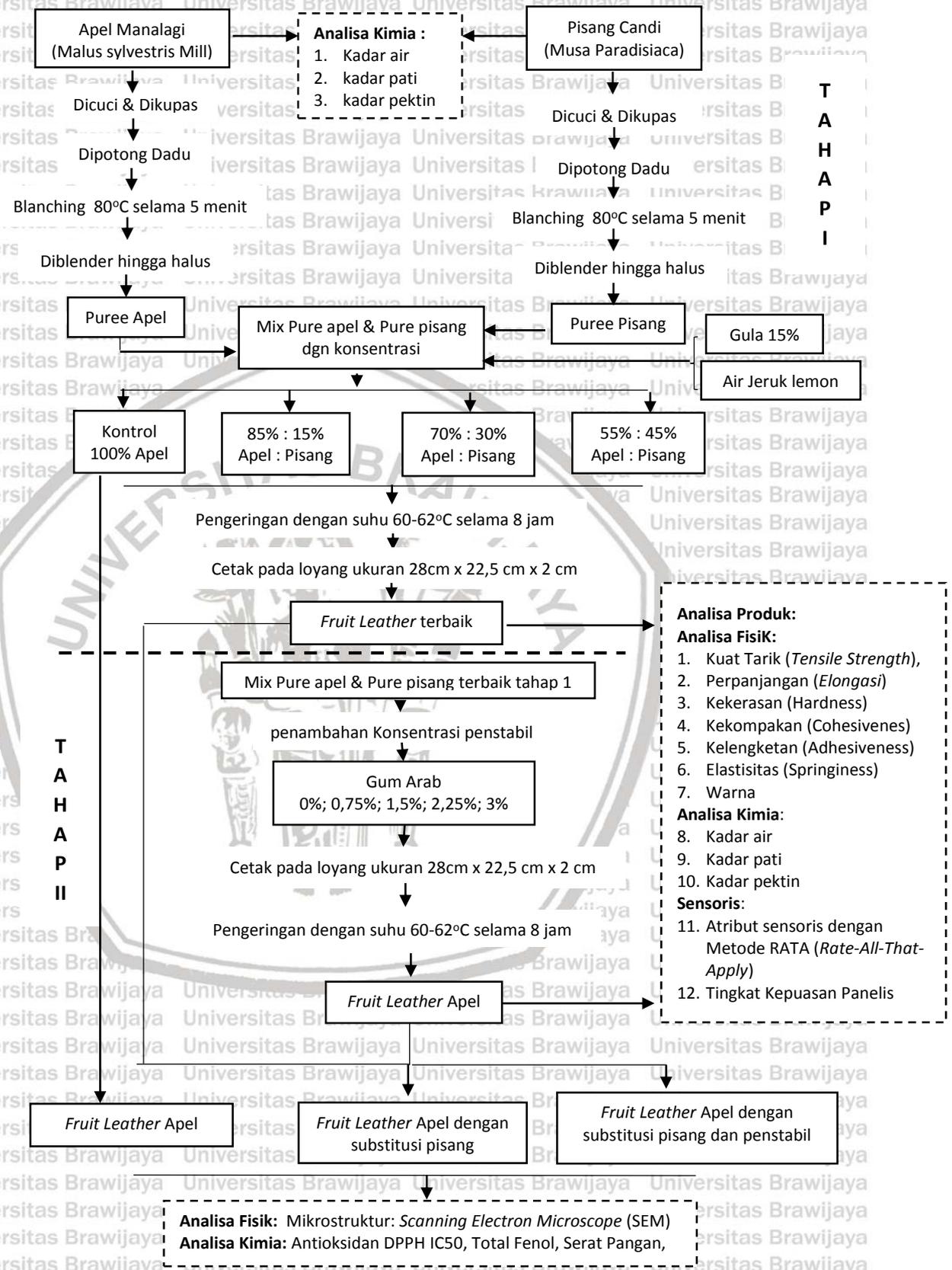
Gambar 6. Kerangka Pikir Penelitian

3.2 Hipotesis

1. Diduga adanya pengaruh pengaruh komposisi substitusi pisang candi dalam pembuatan *fruit leather* apel yang mencakup tekstur dan penampakan sehingga berpengaruh terhadap tingkat kepuasan panelis (sensoris).
2. Diduga adanya pengaruh penambahan konsentrasi gum arab terhadap kualitas *fruit leather* apel sehingga berpengaruh pada tingkat kepuasan panelis (sensoris).
3. Diduga terdapat perbedaan *fruit leather* apel dengan tiga perlakuan yaitu *fruit leather* 100% apel, *fruit leather* apel dengan substitusi pisang candi dan *fruit leather* apel substitusi pisang candi dan penambahan konsentrasi gum arab dilihat dari aspek fungsional.



3.3 Kerangka Operasional



Gambar 7. Kerangka Operasional Penelitian

BAB IV. METODE PENELITIAN

4.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2017 sampai bulan Desember 2017. Di Laboratorium Biokimia dan Teknologi Pengolahan Pangan Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Brawijaya; Laboraturium TPPHP Universitas Brawijaya, PT. Saraswanti Indo Genetech, Bogor dan Program Studi D3 Usaha Perjalanan Wisata, Universitas Jember.

4.2 Bahan dan Alat Penelitian

4.2.1 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi: apel manalagi diperoleh dari petani apel di Malang, pisang candi dari pasar belimbing di Malang dan gula halus yang diperoleh di Minimarket (Indomaret). Bahan kimia yang akan digunakan untuk analisis: methanol, 0,1 M buffer Na_2PO_4 , enzim Termanyl, HCL, NaOH, ml etanol, metanol, asam metafosfat, aquades, Nelson A dan B, arsenomolibdat, *Folin-Ciocalteau* 50%, Na_2CO_3 5%, larutan 2,6- diklorofenolindofenol 0,025%, Bahan yang berfungsi sebagai zat penstabil gum arab bubuk didapat dari Toko Makmur Sejati Malang.

4.2.2 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah thermometer, shacker (Shacker Max^Q 2000, Barnstead I-Lab-Line), Vorteks (Velp Scientifica), Spektrofotometer UV-1601 (Shimadzu), *Texture Profile Analyzer* (TPA) merek CT-3 *Texture Analyzer* (AMETEK Brookfield, Middleboro, USA), *Scanning Electron Microscope* (SEM) merek TM3000 *Tabletop Microscope* (Hitachi High Technologies Corporation, Tokyo, Jepang), *Color Reader* merek Konica Minolta tipe CR-10 (Konica Minolta Sensing, Inc., Tokyo, Jepang), timbangan analitik 4 digit merek Mettler Toledo tipe Newclassic MF, desikator (SIMAX), vortex (Turbo Mixer), oven cabinet, loyang *aluminium* dengan ukuran 28 cm x 22,5 cm x 2 cm waterbath (Memmert), blender, timbangan analitik 2 digit (*Scoutpro*), labu kjedhal, *crusch* porselin, corong, gelas piala 100 ml, 250 ml dan 500 ml (Iwaki-Pyrex), labu ukur 100, 25 ml dan 10 ml (Iwaki-Pyrex), erlenmeyer 250 ml (Iwaki-Pyrex), kertas saring whatman, timbangan digital 2 digit (Jianyu), tabung reaksi, pipet volume 10 ml, mikropipet, mikrotip, mortar, rak tabung reaksi, *aluminium foil*, bola hisap, spatula besi, spatula kaca, cawan petri, beaker gelas.

4.3 Rancangan Percobaan

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan *fruit leather* apel yang terbaik dengan menggunakan beberapa tahapan dan beberapa kombinasi perlakuan. Langkah-langkah yang dilakukan dalam setiap tahapan adalah sebagai berikut:

Penelitian tahap 1 menggunakan rancangan percobaan RAL (Rancangan Acak Lengkap) dengan faktor tunggal yang terdiri dari 4 perlakuan (formulasi apel manalagi dan pisang candi)

1. F1 = 100% Apel manalagi
2. F2 = 85% apel manalagi : 15% pisang candi
3. F3 = 70% apel manalagi : 30% pisang candi
4. F4 = 55 % apel manalagi : 45% pisang candi

Seluruh perlakuan dilakukan dengan 4 kali ulangan, diperoleh 16 satuan percobaan. Dalam penelitian ini dilakukan pengujian secara fisikokimia meliputi analisa fisik dengan *Tekstur Profile Analysis* (TPA) yang meliputi kekerasan, kekompakan, kelengketan dan elastisitas, kuat tarik (*Tensile Strength*), perpanjangan (*elongasi*) dan warna. Analisa kimia meliputi kadar air, kadar pati dan kadar pektin serta analisa sensoris menggunakan metode *Rate All That Apply* (RATA) dan kepuasan Konsumen dengan metode Skala. Rancangan percobaan pada penelitian tahap 2 menggunakan RAL (Rancangan Acak Lengkap) yang terdiri dari 1 faktor pada 5 level. Pengaruh penambahan penstabil gum arab terhadap *fruit leather* yang dihasilkan didapatkan 5 perlakuan dengan 3 kali ulangan.

1. P1 = Penstabil Gum arab dengan konsentrasi 0%
2. P2 = Penstabil Gum arab dengan konsentrasi 0,75%
3. P3 = Penstabil Gum arab dengan konsentrasi 1,5%
4. P4 = Penstabil Gum arab dengan konsentrasi 2,25%
5. P5 = Penstabil Gum arab dengan konsentrasi 3%

Dalam penelitian tahap 2 dilakukan pengujian pengujian analisa fisik dengan *Tekstur Profile Analysis* (TPA) yang meliputi kekerasan, kekompakan, kelengketan dan elastisitas, kuat tarik (*Tensile Strength*), perpanjangan (*elongasi*) dan warna. Analisa kimia meliputi kadar air, kadar pati dan kadar pektin serta analisa sensoris menggunakan metode *Rate All That Apply* (RATA) dan kepuasan Konsumen dengan metode Skala.

Pada penelitian tahapan selanjutnya dengan uji senyawa fungsional 3 macam *fruit leather* yaitu *fruit leather* 100% apel, *fruit leather* apel dengan

penambahan pisang candi dan *fruit leather* apel dengan penambahan pisang candi dan bahan penstabil gum arab. Pada tahap ini dilakukan pengujian total fenol, antioksidan DPPH IC₅₀, serat pangan serta Mikrostruktur *Scanning Electron Microscop* (SEM).

4.4 Metode Penelitian

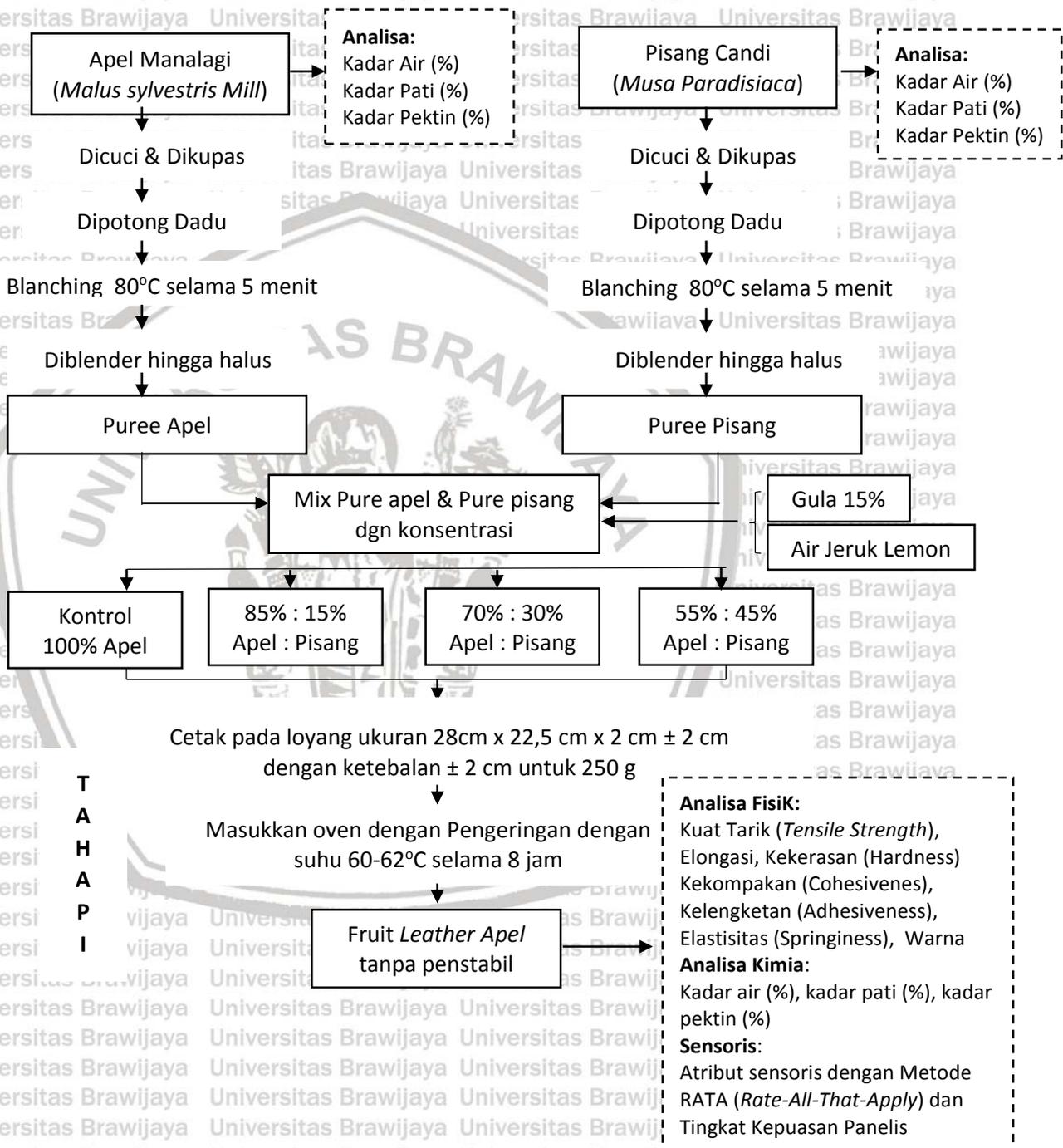
Penelitian ini dilakukan dengan 3 tahap. Tahap 1 dilakukan untuk mencari komposisi substitusi pisang dalam pembuatan *fruit leather* apel sehingga dapat dihasilkan *fruit leather* yang memiliki kenampakan fisik yang baik serta daya terima oleh panelis. Tahap 2 dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan bahan penstabil gum arab dengan berbagai konsentrasi (0%, 0,75%, 1,5%, 2,25% dan 3%) dalam pembuatan *fruit leather* apel. Tahap 3 dilakukan untuk membandingkan hasil dari penelitian dengan 3 perlakuan yaitu *fruit leather* 100% apel (tanpa penambahan pisang dan gum arab), *fruit leather* apel dengan penambahan pisang candi dan *fruit leather* apel dengan penambahan pisang candi dan bahan penstabil gum arab.

4.4.1 Penelitian Tahap I (Substitusi Pisang Candi dalam pembuatan *Fruit Leather* Apel)

Penelitian pada tahap ini apel dan pisang dibuat puree (bubur) dengan proses sortasi, pencucian, pemotongan bahan, blancing selama 5 menit dengan suhu 80°C untuk meng-non aktifkan enzim yang terdapat secara alami di dalam bahan pangan, fungsi lain untuk menghilangkan lender dan gas dalam jaringan tanaman dan memperbaiki warna produk), penghalusan dengan blender sehingga didapatkan puree (bubur) dari apel maupun pisang. Tahapan selanjutnya dilakukan pembuatan *fruit leather* apel dengan kombinasi pisang yaitu 100% apel, 85% apel : 15% pisang, 70% apel : 30% pisang dan 55% apel : 45% Pisang kemudian dilakukan pengeringan dengan suhu 60°C-62°C selama 8 jam sehingga didapatkan *fruit leather* dengan berbagai komposisi apel dan pisang. Untuk mengetahui substitusi pisang candi dalam pembuatan *fruit leather* apel yang baik dilakukan beberapa parameter pengamatan fisik yaitu dengan analisa *Tekstur Profile Anaysis* (TPA) yang meliputi kekerasan, kekompakan, kelengketan, elastisitas, Kuat tarik, elongasi dan warna serta analisa kimia yang meliputi kadar air, kadar pati dan kadar pektin.

Analisa sensoris menggunakan metode *Rate All That Apply* (RATA) dan tingkat kepuadan konsumen dengan metode skala. Pada metode RATA

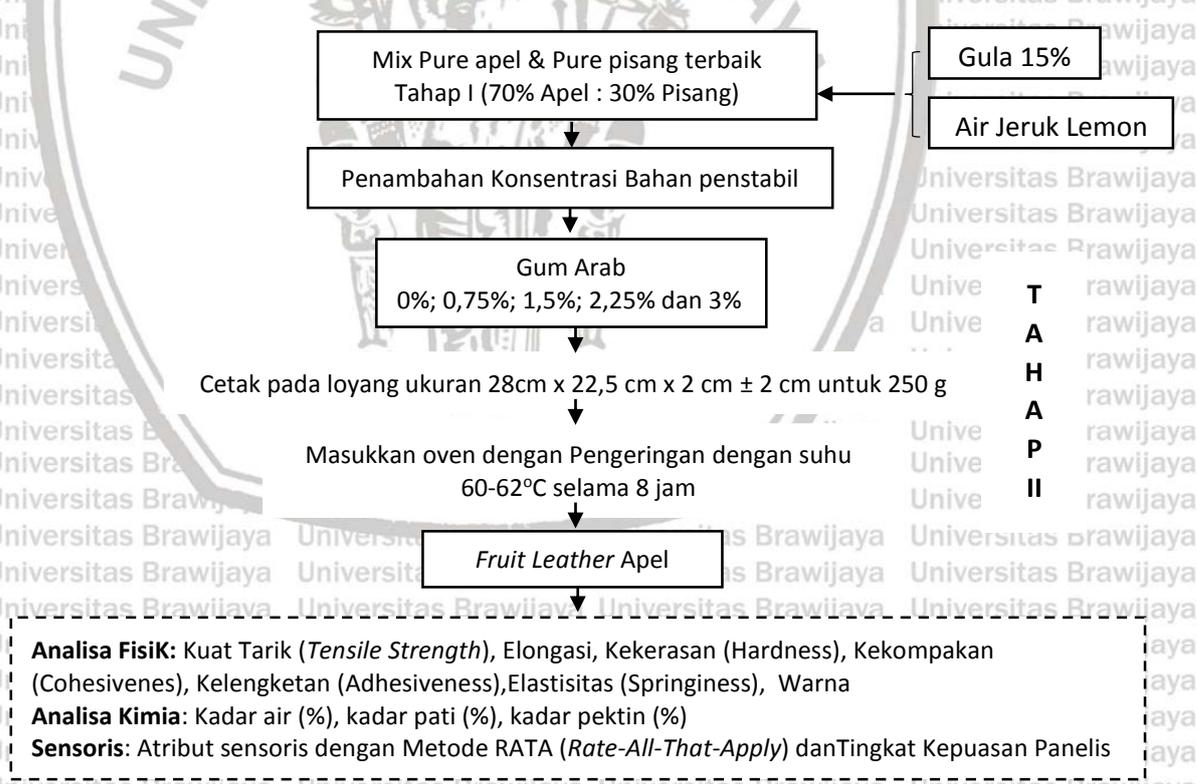
melibatkan panelis konsumen sebagai sumber untuk mengevaluasi intensitas atribut pada keempat sampel. Uji sensoris menggunakan 110 panelis yang dipilih secara acak di Universitas Jember dengan rentang usia panelis 18-22 tahun. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 8. Diagram alir pembuatan *Fruit Leather* Apel dengan substitusi Pisang Candi (Modifikasi Blessing et al., 2015)

4.4.2 Penelitian Tahap II (Penambahan Konsentrasi Penstabil Gum Arab dalam Pembuatan *Fruit Leather* Apel)

Pada tahap II setelah diperoleh komposisi terbaik dari tahap I, kemudian dilakukan pengulangan pada pembuatan *puree* (bubur) apel dan pisang dengan komposisi terbaik pada tahap I dengan penambahan penstabil gum arab dengan berbagai konsentrasi (0%, 0,75%, 1,5%, 2,25% dan 3%) serta dilakukan pemanasan dengan suhu 60-62°C selama 8 jam. Setelah itu dilakukan analisa fisik yaitu dengan analisa *Tekstur Profile Anaysis* (TPA) yang meliputi kekerasan, kekompakan, kelengketan, elastisitas, kuat tarik, elongasi dan warna serta analisa kimia yang meliputi kadar air, kadar pati dan kadar pektin. Analisa sensoris menggunakan metode *Rate All That Apply* (RATA) dan tingkat kepuasan konsumen dengan metode skala. Pada metode RATA melibatkan panelis konsumen sebagai sumber untuk mengevaluasi intensitas atribut pada keempat sampel. Uji sensoris menggunakan 110 panelis yang dipilih secara acak di Universitas Jember dengan rentang usia panelis 18-22 tahun. Diagram alir pembuatan *fruit leather* apel tahap II dapat dilihat pada pada Gambar 9.

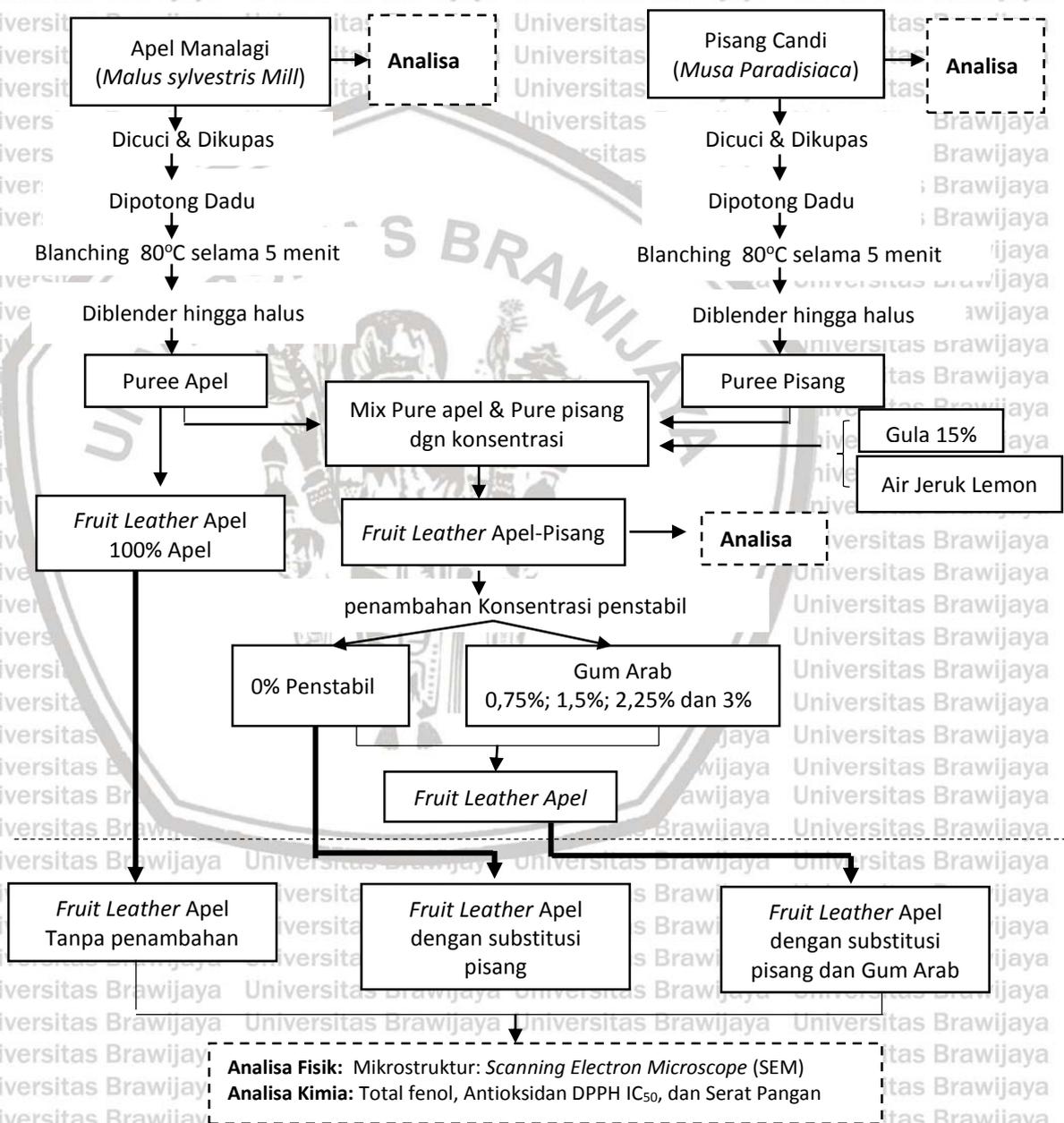


Gambar 9. Diagram alir pembuatan *Fruit Leather* Apel dengan Penambahan Konsentrasi Gum Arab (Modifikasi Blessing *et al.*, 2015)

4.4.3 Uji Senyawa Fungsional *Fruit leather* 100% apel, Terbaik pada Tahap I (Penambahan Pisang Candi) serta Terbaik Tahap II (Penambahan Pisang candi dan gum arab)

Setelah dilakukan tahap I dan tahap II maka dilakukan perbandingan beberapa hasil penelitian dari *fruit leather* apel yaitu *fruit leather* apel (tanpa penambahan), *fruit leather* apel dengan substitusi pisang candi dan *fruit leather* apel dengan substitusi pisang candi dan penambahan penstabil tahap ke III.

Diagram alir tahap III dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Diagram Alir Uji Senyawa Fungsional (Perbandingan dari *Fruit Leather* 100% Apel, Terbaik Tahap I dan II)

4.5 Parameter Penelitian

Parameter yang digunakan pada penelitian ini meliputi analisa fisik maupun

kimia antara lain:

- a. Kadar Air (AOAC, 2005)
- b. Kadar Pati (Sudarmadji dkk, 2010)
- c. Kadar Pektin (Ismail *et al.*, 2012)
- d. Aktivitas Antioksidan Metode IC_{50} (Khalaf *et al.*, 2007)
- e. Penentuan Kandungan Total Fenol (Bouayed *et al.*, 2011 dan Santoso *et al.*, 2012)
- f. Serat Pangan Metode Enzimatis (Asp *et al.*, 1983)
- g. Kekuatan Peregangan *Fruit Leather* (*Tensile Strength*) (Cuq *et al.*, 1996)
- h. Analisa Warna (Yuwono dan Susanto, 1998)
- i. Uji Mikroskopik menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) (Valenzuela and Jose, 2015)
- j. Pengujian Organoleptik (Lawless and Heyman, 1998)
- k. Tekstur *Fruit Leather* dengan menggunakan *Texture Profile Analyzer* (TPA) (Huang and Hsieh, 2005)

4.6 Analisa Data

Data hasil pengamatan dianalisis dengan menggunakan menggunakan Microsoft Excel 2010 dan Minitab 16. Data hasil pengamatan *Fruit Leather* Apel dianalisa dengan menggunakan ANOVA berupa *Generalized Linear Model* (GLM). Apabila terdapat pengaruh interaksi perlakuan yang signifikan dilanjutkan dengan menggunakan uji lanjut *Tukey Test* dengan taraf kepercayaan 95% ($P \leq 0,05$). Perlakuan terbaik ditentukan dengan menggunakan metode Zeleny.

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Karakteristik Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah apel jenis manalagi (*Malus sylvestris mill*) dan pisang jenis pisang candi (*Musa paradisiaca*).

Adapun karakteristik bahan baku yang dianalisa adalah kadar air (%), kadar pektin (%) dan kadar pati (%). Pada dasarnya kadar air pada bahan dapat mempengaruhi daya simpan suatu produk. Kadar air yang tinggi mempengaruhi kerusakan dan memperpendek umur simpan serta memudahkan tumbuhnya mikroorganisme.

Selain itu, kadar air juga mempengaruhi proses pengolahan bahan makanan.

Kandungan air dalam bahan pangan memiliki peranan yang sangat penting karena dapat menentukan *acceptability*, kesegaran, dan sangat berpengaruh fisikokimia bahan pangan, karena air dapat mempengaruhi beberapa sifat fisik antara lain tekstur, kenampakan dan cita rasa makanan (Musfiroh dkk, 2009). Penetapan pektin tergolong penting karena senyawa-senyawa pektin berfungsi sebagai perekat antar dinding sel yang satu dengan yang lainnya (Prasetyowati dkk, 2009).

Pektin dalam bahan makanan akan membentuk gel. Kadar pati pada bahan dapat berkaitan dengan tingkat kekerasan dan sifat lengket produk. Hal ini karena pati tersusun dari amilosa dan amilopektin. Semakin besar kandungan amilopektin maka pati akan lebih basah, lengket dan cenderung sedikit menyerap air. Sebaliknya, jika kandungan amilosa tinggi, pati bersifat kering, kurang lengket dan mudah menyerap air.

Tabel 6. Hasil Analisis Karakteristik Bahan Baku

Parameter	Apel Manalagi		Pisang Candi	
	Nilai	Literatur	Nilai	Literatur
Kadar Air (%)	81,21	84,05 a	64,01	63,85 c
Pektin (%)	0,636	0,57 b	0,978	0,93 e
Pati (%)	1,51	-	6,07	5,38 d
Total Gula (%)		8,29 f		22,03 g

Sumber: (a) Estiasih, 2015; (b) Sa'adah, 2015; (c) Triyono, 2010; (d) USDA, 2016 (e)

Erawati, 2009 (f) Khurniyati (2015), (g) Triono, 2010

Tabel 6 menunjukkan bahwa nilai-nilai kadar air, kadar pati dan kadar pektin hasil analisis tidak berbeda jauh dengan hasil-hasil penelitian yang dilakukan oleh penelitian lain. Bila ada perbedaan nilai, hal ini masih dalam batas toleransi karena ada pengaruh asal bahan baku yang digunakan serta jenis bahan baku itu sendiri. Pada dasarnya apel merupakan buah klimaterik yang tergantung pada musim untuk pertumbuhannya. Selain itu, kondisi penyimpanan yang

bervariasi tergantung pada jenis dan penyimpanan. Daerah tempat pertumbuhan apel juga sangat mempengaruhi kandungan dari komposisi kimia apel. Pada saat mentah, umumnya buah apel memiliki tekstur yang keras dan semakin melunak selama terjadinya proses pematangan. Tekstur pada buah dipengaruhi kandungan pektin didalamnya (Pratiwi, 2017). Pektin merupakan karbohidrat kompleks alami yang ditemukan pada dinding sel semua tumbuhan dengan jumlah bervariasi. Pektin berfungsi mengatur aliran air antar sel dan memberikan kekuatan pada sel. Pektin dalam buah terkandung dalam bentuk zat pektik yang mudah terhidrolisa. Zat pektik ini terdapat didalam middle lamella dari sel-sel buah. Kekerasan buah disebabkan oleh kandungan pektin yang tidak larut dalam air. Selama proses pematangan buah, zat pektik akan terhidrolisa menjadi komponen-komponen yang larut air sehingga total zat pektik akan menurun kadarnya dan komponen yang larut air akan meningkat jumlahnya yang mengakibatkan buah menjadi lunak (Muchtadi, 2001)

Pada dasarnya pisang juga tergolong buah klimaterik yang menunjukkan puncak respirasi saat proses pematangan, terutama pada suhu 20°C (Krochta and Jhonston, 1997). Hal ini tentunya akan berpengaruh terhadap komposisi kimia dan karakteristik fisikokimia buah pisang. Pada proses pematangan akan terjadi perubahan pada buah pisang, antara lain menurunnya kadar air karena proses respirasi, turunnya kadar pektin dari proses hidrolisis dan pemecahan pati menjadi gula sederhana (Krochta and Jhonston, 1997). Gula akan mempengaruhi keseimbangan pektin dan air karena gula berfungsi sebagai "*dehydrating agent*" yaitu mengurangi air yang menyelimuti pektin. Gugus hidroksil dari molekul gula dapat membentuk ikatan hidrogen intramolekul dengan molekul air membentuk hidrat yang stabil dan air terperangkap dalam gel (Gardjito dan Sari, 2005). Menurut Buckle *et al.*, (1987) kandungan gula pada suatu produk dengan kadar yang tinggi, dapat meningkatkan tekanan osmosis yang tinggi sehingga dapat mencegah pertumbuhan mikroba sehingga bahan akan menjadi lebih awet. Selain itu penambahan gula dengan konsentrasi tinggi menyebabkan sebagian air yang ada menjadi tidak tersedia untuk pertumbuhan mikroorganisme dan aktivitas air (*aw*) dari bahan akan menurun. Hal ini disebabkan gula yang bersifat mengikat air sehingga berfungsi sebagai pengawet

5.2 Karakteristik Fisikokimia dan Sensoris *Fruit Leather* Apel dengan Penambahan Pisang Candi

5.2.1 Kadar Air (%)

Kadar air dari *fruit leather* apel merupakan salah satu karakteristik yang penting, karena berkaitan dengan umur simpannya. Menurut Winarno (2008), kadar air erat kaitannya dengan keawetan pangan, yang jika kadar air rendah dapat memperpanjang umur simpan dari suatu produk. Hasil analisa ragam menunjukkan bahwa perlakuan penambahan pisang candi memberikan pengaruh yang nyata ($p\text{-value} < 0.05$) terhadap nilai kadar air produk *fruit leather* apel (Lampiran 3a). Nilai Rerata kadar air dapat disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Kadar Air (%) *Fruit Leather* Apel dengan Penambahan Pisang Candi

Perlakuan	Rerata Nilai Kadar Air (%bb)	Grouping	Tukey
Apel 100%	18,513 ± 0,263	a	0,89
85% Apel : 15% Pisang	16,969 ± 0,616	b	
70% Apel : 30% Pisang	15,763 ± 0,194	c	
55% Apel : 45% Pisang	17,073 ± 0,482	b	

Keterangan : - Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata (ANNOVA dilanjutkan dengan Tukey, $\alpha = 0,05$).

Pada Tabel 7 menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan pisang candi hingga 30%, kadar air *fruit leather* mengalami penurunan. Hal ini dipengaruhi oleh komposisi kadar air bahan baku dimana pisang memiliki kadar air lebih rendah daripada apel yaitu 64,01% sedangkan kadar air apel sebesar 81,21%. Komposisi kimia (kadar air) bahan baku akan mempengaruhi komposisi kimia pada produk akhir. Pada produk *fruit leather* kombinasi buah terjadi penurunan kadar air bahan seiring dengan bertambahnya bahan baku (memiliki kadar air lebih rendah) yang ditambahkan pada komposisi pembuatan *fruit leather* (Ramadhan dkk, 2015; Risti dan Netti, 2017). Selain kadar air bahan baku, total gula yang ada pada bahan juga mempengaruhi penurunan kadar air *fruit leather*.

Pada penelitian Khurniyati (2015) total gula pada buah apel manalagi adalah sebesar 8,29%, sedangkan total gula pada buah pisang sebesar 22,03% (Triono, 2010). Banyaknya komposisi pisang yang ditambahkan dalam perlakuan akan mempengaruhi total gula *fruit leather* yang berdampak pada kadar air bahan. Makin tinggi kadar gula pada bahan yang digunakan maka jumlah air yang keluar dari bahan juga semakin banyak dan kadar air akan menurun (Sohibulloh dkk, 2013). Estiasih dan Ahmadi (2009) juga menyatakan bahwa gula yang bersifat osmosis akan menarik air dari dalam bahan sehingga kadar air bahan dan a_w bahan menjadi rendah.

Pada penambahan komposisi pisang 45%, terjadi kenaikan kadar air *fruit leather*. Hal ini dikarenakan penambahan pisang candi mampu menaikkan kadar pati bahan yang dapat mempengaruhi kadar air *fruit leather*. Saat pemanasan pati akan terjadi gelatinisasi yang mengakibatkan penyerapan air dalam bahan.

Gelatinisasi pati adalah transformasi pati pada saat energi panas dikenakan pada granula pati (Van den Berg, 1981). Tian *et al.*, (1991) menyatakan bahwa bila pati dipanaskan dalam suhu tertentu dengan adanya air yang berlebih granula akan mengimbibisi air. Molekul-molekul amilosa dan amilopektin secara fisik hanya dipertahankan oleh adanya ikatan hidrogen lemah. Atom hidrogen dari gugus hidroksil akan tertarik pada muatan negatif atom oksigen dari gugus hidroksil yang lain. Bila suhu suspensi naik, maka ikatan hidrogen makin lemah, sedangkan energi kinetik molekul-molekul air meningkat, memperlemah ikatan hidrogen antar molekul air (Widjanarko, 2008). Selain itu, pembuatan *fruit leather* adalah bentuk pencampuran dari berbagai macam buah, gula dan asam sehingga peningkatan kadar air pada substitusi pisang 45% diduga dipengaruhi oleh molekul air yang terikat dalam jaringan bahan yang selain dipengaruhi oleh pati juga dipengaruhi oleh pektin, total gula dan asam pada suhu tertentu sehingga dapat mengikat molekul air dan meningkatkan kadar air dalam bahan.

Menurut Winarno (2008), Molekul air yang secara fisik terikat dalam jaringan matriks bahan pangan seperti membran kapiler, serat dan lain-lain. Molekul air membentuk hidrat dengan molekul-molekul lain yang mengandung atom-atom O dan N seperti karbohidrat, protein dan garam, air ini terikat kuat dalam bahan sehingga sukar dihilangkan. Kadar air bahan akan sangat mempengaruhi tekstur pada *fruit leather*. Menurut Winarno (2008) kadar air merupakan salah satu karakteristik yang sangat penting bagi bahan pangan, karena kandungan air pada bahan pangan dapat mempengaruhi penampakan dan tekstur pada bahan pangan.

5.2.2 Kadar Pektin (%)

Pektin merupakan suatu truktur yang heterogen, yang sebagian besar terdiri atas asam-asam poligalakturonat yang diperkirakan ada dalam kombinasi yang menyerupai rantai. Dalam hal ini, menurut Prasetyowati dkk, (2009) senyawa pektin berfungsi sebagai bahan perekat antara dinding sel satu dengan lainnya.

Hasil analisa ragam menunjukkan bahwa perlakuan penambahan pisang candi

memberikan pengaruh yang nyata ($p\text{-value} < 0.05$) terhadap kadar pektin produk *fruit leather* (Lampiran 3b). Nilai rerata kadar pektin dapat disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Kadar Pektin (%) *Fruit Leather* Apel dengan Penambahan Pisang Candi

Perlakuan	Rerata Nilai Kadar Pektin (%)	Grouping	Tukey
Apel 100%	3,267 ± 0,502	a	
85% Apel : 15% Pisang	3,864 ± 0,143	a b	0,89
70% Apel : 30% Pisang	4,600 ± 0,465	b c	
55% Apel : 45% Pisang	5,038 ± 0,484	C	

Keterangan : - Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata (ANNOVA dilanjutkan dengan Tukey, $\alpha = 0,05$).

Tabel 8 menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan pisang, kadar pektin semakin meningkat hal ini dikarenakan hasil uji bahan baku menunjukkan kadar pektin pisang sendiri memiliki nilai lebih tinggi yaitu sebesar 0,978%, sedangkan kadar pektin pada apel sebesar 0,636%, sehingga saat penambahan komposisi pisang dalam produk dapat menaikkan nilai kadar pektin pada produk *fruit leather* apel. Dalam penelitian Sa'adah (2015) mengungkapkan bahwa kandungan pektin dalam buah apel sebesar 0,57%, sedangkan pada penelitian Erawati (2009), kandungan pektin yang terdapat pada pisang sebesar 0,95%. Banyaknya bahan baku yang ditambahkan akan mempengaruhi komposisi kimia pada produk akhir hal ini terbukti dengan meningkatnya kadar pektin seiring dengan penambahan pisang candi pada pembuatan *fruit leather* apel. Matriks buah terutama terdiri dari karbohidrat seperti gula, pektin dan zat selulosa (Torley *et al.*, 2008). Pektin pada sel tumbuhan merupakan penyusun lamela tengah, penyusun awal dinding sel. Sel-sel tertentu seperti buah cenderung mengumpulkan lebih banyak pektin. Pektin banyak terkandung pada kulit buah jeruk, apel dan lain-lain (Hastuti, 2016)

5.2.3 Kadar Pati (%)

Pati merupakan suatu bentuk utama kabohidrat yang dikonsumsi. Pati adalah polisakarida yang terbentuk dari sejumlah molekul glukosa yang berikatan bersama dan membentuk karbohidrat kompleks. Pati terdiri dari dua fraksi yaitu amilosa yang merupakan pati terlarut dan amilopektin yang merupakan pati tidak terlarut. Hasil analisa ragam menunjukkan bahwa perlakuan penambahan pisang candi memberikan pengaruh yang nyata ($p\text{-value} < 0.05$) terhadap kadar pati produk *fruit leather* apel (Lampiran 3c). Nilai Rerata kadar pektin dapat disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Kadar Pati (%) *Fruit Leather* Apel dengan Penambahan Pisang Candi

Perlakuan	Rerata Nilai Kadar Pati (%)	Grouping	Tukey
Apel 100%	5,60 ± 0,35	a	
85% Apel : 15% Pisang	6,19 ± 0,63	b	0,35
70% Apel : 30% Pisang	7,33 ± 1,01	c	
55% Apel : 45% Pisang	9,18 ± 0,04	d	

Keterangan : - Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata (ANNOVA dilanjutkan dengan Tukey, $\alpha = 0,05$).

Pada Tabel 9 menunjukkan bahwa terjadi kenaikan kadar pati pada produk seiring bertambahnya komposisi penambahan pisang candi dalam produk. Hal ini karena kadar pati pisang sendiri memiliki nilai lebih tinggi daripada kadar pati pada apel, sehingga saat penambahan komposisi pisang dalam produk dapat menaikkan nilai kadar pati pada produk *fruit leather* apel. Hasil analisa bahan baku menunjukkan kadar pati apel sebesar 1,51%, sedangkan kandungan pati pada pisang candi sebesar 6,07%. Pada penelitian yang dilakukan USDA (2016) menyatakan bahwa kandungan pati yang terkandung pada pisang sebesar 5,38%.

Pati adalah polisakarida dengan polimer dari α D-glukosa, secara alami berada dalam jaringan tanaman termasuk akar-akaran, umbi-umbian, sayuran hijau dan buah (Armani *et al.*, 2004). Pati tersusun paling sedikit oleh tiga komponen utama yaitu amilosa, amilopektin serta material antara lipid dan protein. (Muchtadi, 2000). Perbandingan jumlah penyusun sangat beragam tergantung dari jenis sumber tanamannya sehingga perbandingan ini yang menentukan secara umum sifat-sifat pada pati.

5.2.4 Tingkat Kekerasan (*Hardness*)

Kekerasan (*hardness*) merupakan besarnya gaya yang diberikan hingga terjadi perubahan bentuk (deformasi) pada sampel. Semakin tinggi nilai kekerasan, maka semakin besar gaya yang dibutuhkan untuk menekan sampel sehingga semakin keras pula sampel tersebut (Sulistiyowati dan Misnawi, 2008).

Hasil analisa ragam menunjukkan perlakuan penambahan pisang candi pada pembuatan *fruit leather* apel menunjukkan pengaruh yang nyata (p -value < 0.05) terhadap nilai kekerasan produk *fruit leather* apel (Lampiran 4a). Perbedaan nilai kekerasan produk apel *fruit leather* dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Pengaruh Perlakuan Penambahan Pisang Candi Terhadap Kekerasan (*Hardness*) *Fruit Leather* Apel

Perlakuan	Rerata Nilai Kekerasan (<i>Hardness</i>) (g)	Grouping	Tukey
Apel 100%	383,58 ± 26,94	b	
85% Apel : 15% Pisang	431,48 ± 23,57	b	71,1
70% Apel : 30% Pisang	514,33 ± 43,76	a	
55% Apel : 45% Pisang	441,88 ± 37,20	b	

Keterangan : - Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata (ANNOVA dilanjutkan dengan Tukey, $\alpha = 0,05$).

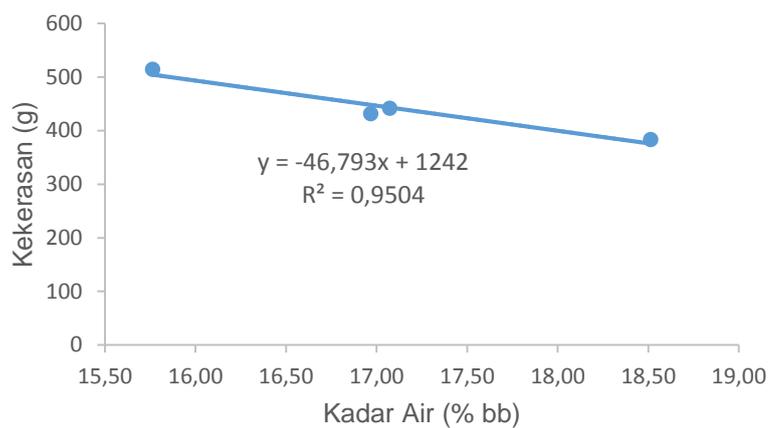
Pada Tabel 10 menunjukkan adanya kenaikan tingkat kekerasan (*Hardness*) pada *fruit leather* apel seiring dengan penambahan pisang candi hingga 30%, setelah itu penambahan pisang dengan komposisi 45% menurunkan kembali tingkat kekerasan produk *fruit leather* apel. Peningkatan kekerasan pada produk saat penambahan komposisi pisang disebabkan oleh kadar air pada bahan. Penurunan kadar air dapat meningkatkan nilai kekerasan pada *fruit leather* apel. Pemanasan akan menyebabkan antar molekul-molekul H₂O terputus sehingga molekul-molekul H₂O bergerak demikian cepat dan beberapa molekul dapat melarikan diri dari permukaan dan menjadi gas (Winarno, 2008). Kehilangan air dalam bahan akan membuat ikatan antar matrik bahan semakin erat sehingga mempengaruhi tekstur kekerasan (*Hardness*) pada produk. Hal ini juga didukung oleh pernyataan Winarno (2008) bahwa molekul-molekul berbagai senyawa dalam makanan terikat satu sama lain melalui ikatan hidrogen. Kehilangan air dapat membuat ikatan matrik senyawa-senyawa lain pada bahan saling tarik-menarik yang berdampak pada tekstur bahan tersebut.

Anggraini (2016) menambahkan bahwa perbedaan tingkat kekerasan dan tekstur pada *fruit leather* dipengaruhi oleh pembentukan gel yang disebabkan oleh pektin, serat dan pati yang berpengaruh terhadap gelatinasi pada waktu pemanasan yang memberikan hasil berupa matrik gel, sehingga *fruit leather* memiliki tekstur yang baik. Hal ini didukung oleh pernyataan Nurminah dan Astuti (2016) bahwa peningkatan nilai kekerasan gel ada pada bertambahnya pektin disebabkan karena pektin bersama gula dan asam membentuk gel yang kuat sehingga dapat membuat kekerasan gel pada produk semakin keras. Selain kadar air, pati dan pektin, diduga total gula pada bahan dapat mempengaruhi tingkat kekerasan pada produk. Pada penelitian Khurniyati (2015) total gula pada buah apel manalagi adalah sebesar 8,29%, sedangkan total gula pada buah pisang sebesar 22,03% (Triono, 2010). Kandungan total gula pada bahan baku dengan seiring bertambahnya substitusi pisang akan mempengaruhi kandungan peningkatan total gula pada *fruit leather* apel yang berdampak pada tingkat

kekerasan produk. Total gula dapat mempengaruhi keseimbangan pektin-air dalam bahan sehingga pektin akan menggumpal dan membentuk matriks halus yang mampu menahan cairan. Kekuatan matriks tersebut dipengaruhi oleh kadar gula (Nilasari dkk, 2017).

Mekanisme pembentukan gel dari pektin, gula, asam dan air secara garis besar adalah sebagai berikut; dalam suatu substrat, pektin adalah koloid yang bermuatan negatif. Penambahan gula akan mempengaruhi keseimbangan pektin-air yang ada dan meniadakan kemantapan pektin. Pektin akan menggumpal dan membentuk serabut halus. Struktur ini mampu menahan cairan. Kontinuitas dan kepadatan serabut-serabut yang terbentuk ditentukan oleh banyaknya kadar pektin. Kondisi yang sangat asam menghasilkan suatu struktur gel yang padat (Desrosier, 1988).

Pada penambahan komposisi pisang candi sebesar 45% terjadi penurunan tingkat kekerasan, hal ini dipengaruhi oleh kadar air bahan yang berdampak pada tingkat kekerasan *fruit leather*. Pada penambahan pisang candi 45%, terjadi peningkatan kadar air bahan yang dipengaruhi oleh peningkatan kadar pati. Saat pemanasan, pati pada bahan akan terjadi gelatinisasi sehingga menyerap air. Menurut Asgar and Musaddad (2006) bahwa peningkatan daya serap air dipengaruhi oleh adanya pati yang telah tergelatinisasi selama proses pengeringan. Panas yang diberikan selama gelatinisasi sekitar 50°C-70°C mengakibatkan pembengkakan energi kinetik molekul air yang tarik menarik dengan molekul pati dalam granula (Van den Berg, 1981). Selain dipengaruhi oleh pati, juga dipengaruhi oleh pektin, total gula dan asam pada suhu tertentu sehingga dapat mengikat molekul air dan meningkatkan kadar air dalam bahan. Menurut Winarno (2008), Molekul air yang secara fisik terikat dalam jaringan matriks bahan pangan seperti membran kapiler, serat dan lain-lain. Molekul air membentuk hidrat dengan molekul-molekul lain yang mengandung atom-atom O dan N seperti karbohidrat, protein dan garam air ini terikat kuat dalam bahan sehingga sukar dihilangkan.



Gambar 11. Grafik Korelasi Antara Kadar Air (% bb) dan Tingkat Kekerasan (g) Substitusi Pisang Candi pada *Fruit Leather* Apel.

Gambar 11 menunjukkan nilai korelasi antara kadar air (% bb) dan tingkat kekerasan (*Hardness*) *fruit leather* apel dengan persamaan regresi $y = -46,793x + 1242$ dan nilai determinasi 0,9504. Nilai koefisien determinasi yang diperoleh menunjukkan bahwa tinggi rendahnya nilai kadar air (% bb) pada *fruit leather* akan mempengaruhi nilai tingkat kekerasan (g) *fruit leather* sebesar 95,04%. Perlakuan penambahan pisang hingga 30% menurunkan kadar air (% bb) sehingga menaikkan nilai tingkat kekerasan (g), sedangkan penambahan pisang 45% menaikkan nilai kadar air bahan (% bb) yang diikuti penurunan nilai kekerasan produk *fruit leather*.

5.2.5 Tingkat Kekompakan (*Cohesiveness*)

Kekompakan (*cohesiveness*) adalah daya penahan suatu bahan pangan terhadap deformasi sebelum hancur. Kekompakan menunjukkan kekuatan internal yang membentuk suatu bahan pangan atau menunjukkan hubungan antara kekuatan atau kekompakan bahan yang saling berinteraksi. Semakin tinggi nilai yang diperoleh menunjukkan bahwa semakin padu atau kompak produk tersebut (Azhar, 2017). Nilai kekompakan (*cohesiveness*) dihitung dari hasil luasan kurva hasil analisa dengan *Texture Profile Analyzer* (TPA) pada tekanan kedua (*hardness work done cycle 2*) dibagi dengan luasan kurva pada tekanan pertama (*hardness work done cycle 1*). Rerata Nilai Pengaruh perlakuan penambahan pisang candi terhadap kekompakan (*cohesiveness*) *fruit leather* apel dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Pengaruh Perlakuan Penambahan Pisang Candi Terhadap Kekompakan (*Cohesiveness*) *Fruit Leather* Apel

Perlakuan	Rerata Nilai Kekompakan (<i>Cohesiveness</i>)	Grouping	Tukey
100% Apel	1,018 ± 0,095	c	0,25
85% Apel : 15% Pisang	1,480 ± 0,041	b	
70% Apel : 30% Pisang	1,741 ± 0,192	a	
55% Apel : 45% Pisang	1,464 ± 0,095	b	

Keterangan : - Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata (ANNOVA) dilanjutkan dengan Tukey, $\alpha = 0,05$).

Tabel 11 menunjukkan bahwa penambahan pisang candi hingga 30% pada produk memberikan peningkatan nilai kekompakan (*cohesiveness*) produk *fruit leather* apel, sedangkan pada penambahan pisang hingga 45% terjadi penurunan tingkat kekompakan dari produk. Hal ini diduga karena pengeringan mampu membuat jaringan pada matriks bahan menjadi padat (terikat antar jaringan) sehingga menaikkan kekompakan *fruit leather*. Aguilera (2003) mengemukakan bahwa pada tingkat pengeringan rendah produk akhir akan menyebabkan lebih kompak dan lebih padat karena molekul terbentuk jaringan matriks pada *fruit leather* yang dapat menyebabkan kepadatan matriks. Pada tingkat kekompakan, total gula bahan juga mempengaruhi nilai kekompakan *fruit leather*. Semakin tinggi total gula maka nilai tekstur semakin meningkat. Penambahan gula dapat mempengaruhi keseimbangan pektin-air dalam bahan sehingga pektin akan menggumpal dan membentuk matriks halus yang mampu menahan cairan. Kekuatan matriks tersebut dipengaruhi oleh kadar gula. Hal ini menyebabkan semakin tinggi kadar gula dalam bahan maka semakin berkurang air yang ditahan oleh matriks sehingga tekstur lebih kompak (Nilasari dkk, 2017).

Adapun penambahan pisang hingga 45% selain terjadi gelatinisasi yang mengakibatkan masuknya air pada jaringan bahan sehingga melunakkan jaringan. Peningkatan total gula pada *fruit leather* selain untuk pemanis juga untuk pembentuk tekstur, ketika terdapat pektin di dalam sebuah campuran air, gula akan mempengaruhi keseimbangan pektin dan air karena gula berfungsi sebagai *dehydrating agent* yang mengurangi air di permukaan pektin yang mengakibatkan kemampuan mengikar air semakin meningkat (Gardjito dan Sari, 2005; Zulkipli, 2016). Kekompakan menunjukkan kekuatan internal yang membentuk suatu bahan pangan atau menunjukkan hubungan antara kekuatan atau kekompakan bahan yang saling berinteraksi. Semakin tinggi nilai yang diperoleh menunjukkan bahwa semakin padu atau kompak produk tersebut. (Azhar, 2017).

5.2.6 Tingkat Kelengketan (*Adhesiveness*)

Kelengketan (*adhesiveness*) merupakan tenaga yang diperlukan untuk menghilangkan gaya tarik menarik antara permukaan bahan makanan dan permukaan bahan lain ketika terjadi kontak (lidah, langit-langit dan gigi) selama proses memakan (Cardarelli *et al.*, 2008). Kelengketan (*adhesiveness*) menunjukkan suatu bahan untuk menempel pada bahan lain. Hasil analisa ragam menunjukkan perlakuan penambahan pisang candi berpengaruh nyata ($p\text{-value} < 0.05$) terhadap nilai kelengketan pada *fruit leather* apel (Lampiran 4c). Perbedaan kelengketan produk *fruit leather* apel dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Pengaruh Perlakuan Penambahan Pisang Candi Terhadap Kelengketan (*Adhesiveness*) *Fruit Leather* Apel

Perlakuan	Rerata Nilai Kelengketan (<i>Adhesiveness</i>) (mJ)	Grouping	Tukey
Apel 100%	1,03 ± 0,69	a	0,88
85% Apel : 15% Pisang	0,52 ± 0,41	a b	
70% Apel : 30% Pisang	0,27 ± 0,23	a b	
55% Apel : 45% Pisang	0,10 ± 0,11	b	

Keterangan : - Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata (ANNOVA dilanjutkan dengan Tukey, $\alpha = 0,05$).

Dari Tabel 12 memperlihatkan bahwa semakin tinggi penambahan pisang, maka nilai kelengketan *fruit leather* apel semakin menurun. Hal ini diduga dipengaruhi oleh kadar air *fruit leather* apel. Terjadi penurunan kadar air *fruit leather* apel seiring dengan bertambahnya komposisi pisang yang diberikan pada produk. Kadar air sangat mempengaruhi tekstur dalam bahan pangan. Pemanasan akan menyebabkan antar molekul-molekul H₂O terputus sehingga molekul-molekul H₂O bergerak demikian cepat dan beberapa molekul dapat melarikan diri dari permukaan dan menjadi gas (Winarno, 2008). Menguapnya air ini mengakibatkan berkurangnya kandungan air pada *fruit leather* apel. Perpindahan air sebagian dari matriks bahan menyebabkan bertambahnya kerapatan dan menyebabkan kelengketan berkurang (Sinurat dan Minurat, 2014). Selain itu, penambahan pisang menurunkan kadar air produk yang berakibat tegangan permukaan air, padatan dan interaksi air mengalami penurunan. Penurunan proses tersebut menyebabkan nilai kelengketan akan turun seperti yang terjadi pada hasil analisa kelengketan pada Tabel 12. Pada dasarnya kelengketan dipengaruhi oleh tegangan permukaan air dan interaksi air dengan padatan matriks merupakan penyebab utama kelengketan pada makanan dengan kelembaban rendah (Hoseney and Smewing, 1999; Adhikari *et al.*, 2001).

5.2.7 Tingkat Elastisitas (*Springiness*)

Elastisitas (*Springiness*) merupakan kekuatan pada bahan untuk kembali pada bentuk semula setelah proses penghancuran (deformasi) yang dilakukan oleh gigi (proses memakan) (Huang and Hsieh, 2005). Nilai elastisitas (*springiness*) ditentukan dari jarak yang ditempuh oleh produk pada tekanan kedua hingga mencapai nilai gaya maksimum dibandingkan jarak yang ditempuh oleh produk pada tekanan pertama sehingga tercapai nilai gaya maksimum (Suyatma, 2010). Hasil analisa ragam menunjukkan perlakuan penambahan pisang candi berpengaruh nyata ($p\text{-value} < 0.05$) terhadap nilai elastisitas pada *fruit leather* apel (Lampiran 4d). Rerata nilai kelengketan produk *fruit leather* apel dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Pengaruh Perlakuan Penambahan Pisang Candi Terhadap Elastisitas (*Springiness*) *Fruit Leather* Apel

Perlakuan	Rerata Nilai Elastisitas (<i>Springiness</i>) (mm)	Grouping	Tukey
Apel 100%	4,21 ± 0,65	a	
85% Apel : 15% Pisang	3,38 ± 0,59	a b	1,59
70% Apel : 30% Pisang	2,42 ± 0,58	b	
55% Apel: 45% Pisang	3,60 ± 1,10	a b	

Keterangan : - Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata (ANNOVA dilanjutkan dengan Tukey, $\alpha = 0,05$).

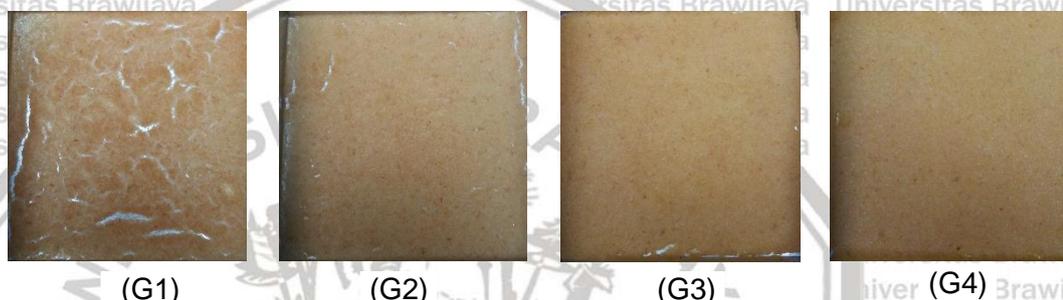
Dari Tabel 13 terlihat bahwa penambahan komposisi pisang candi menurunkan nilai elastisitas (*springiness*) produk. Diduga penurunan elastisitas bahan berhubungan dengan kandungan kadar air *fruit leather* apel yang menurun menyebabkan penurunan tingkat elastisitas *fruit leather* apel. Terjadi penurunan kadar air pada produk *fruit leather* apel seiring dengan bertambahnya penambahan pisang candi. Hal ini didukung oleh penelitian Rahmanto dkk, (2014) pada penelitian *fruit leather* nangka, semakin kecil kadar air *fruit leather* maka tekstur *fruit leather* akan semakin keras dan tidak elastis. Peningkatan nilai kekerasan gel juga dipengaruhi oleh peningkatan kadar pektin disebabkan karena pektin bersama gula dan asam membentuk gel yang kuat sehingga dapat membuat kekerasan gel pada produk semakin keras (Nurminah, 2016). Menurut Winarno (2008), air berfungsi sebagai bahan yang dapat mendispersikan berbagai senyawa yang ada dalam bahan makanan. Air juga merupakan komponen penting dalam bahan makanan karena air dapat mempengaruhi penampakan, tekstur, serta cita rasa makanan kita. Menurut Belitz and Grosh (1999), Air juga bereaksi fisik dengan protein, polisakarida, lemak yang memberikan kontribusi secara signifikan pada tekstur makanan atau bahan pangan.

5.2.8 Warna *Fruit Leather* Apel dengan Penambahan Pisang Candi

Warna merupakan salah satu atribut penting untuk penerimaan konsumen akan suatu produk (Aidoo *et al.* 2015). Warna akan mempengaruhi ekspektasi dan penerimaan terhadap karakteristik sensoris suatu bahan pangan (Konar, 2013).

Andarwulan dan Faradilla (2012), juga mengemukakan bahwa warna pada produk pangan terbentuk karena adanya pigmen alami yang terdapat pada bahan pangan.

Pengujian warna produk *fruit leather* dilakukan dengan menggunakan *color reader* yang menghasilkan nilai warna berupa kecerahan (L^*), kemerahan (a^*) dan kekuningan (b^*). Warna *Fruit leather* apel dengan penambahan pisang candi dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Produk *Fruit Leather* Apel dengan Penambahan Pisang Candi

Keterangan Gambar:

- G1. *Fruit Leather* 100% Apel
- G2. *Fruit Leather* 85% Apel : 15% Pisang
- G3. *Fruit Leather* 70% Apel : 30% Pisang
- G4. *Fruit Leather* 55% Apel : 45% Pisang

Warna *Fruit leather* apel G1 dan G2 cenderung lebih gelap dibandingkan warna G3 dan G4. Perubahan warna menjadi coklat ini disebabkan karena terjadinya reaksi pencoklatan non enzimatis. Pencoklatan pada *fruit leather* dapat dikaitkan dengan oksidasi vitamin C non enzimatis atau oksidasi enzimatis dari polifenol (Rahman, 2007). Pencoklatan non enzimatis seperti reaksi *Maillard* dan karamelisasi ini sering terjadi selama pemanasan. Reaksi *Maillard* yaitu reaksi antara gugus amino dari suatu asam amino bebas residu rantai peprida atau protein dengan gugus karbonil dari suatu karbohidrat apabila keduanya dipanaskan atau penyimpanan dalam waktu lama (Vaclavin and Christian, 2007; Lakshmi, 2014).

Perubahan warna terjadinya reaksi pencoklatan non enzimatis dapat diakibatkan juga reaksi oksidasi vitamin C selama penyimpanan (Winarti dkk,

2015). Vitamin C (asam askorbat) merupakan senyawa reduktor yang dapat bertindak sebagai precursor dalam pembentukan warna coklat non enzimatik.

Asam-asam askorbat berada dalam keseimbangan dengan asam dehidro-askorbat. Pada suasana asam cincin lakton asam dehidro-askorbat terurai secara irreversible membentuk diketogulonat dan terjadi proses pencoklatan dan reaksi *Maillard*. Laju reaksi *Maillard* juga dipengaruhi oleh jenis gula dan gugus amin yang bereaksi, suhu, pH, ion metal dan senyawa inhibitor (Winarno, 2008).

Apel manalagi memiliki kandungan antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan pisang candi. Menurut Sari dkk (2013) pada penelitiannya antioksidan yang tinggi juga memberikan reaksi *maillard* (PRM) yang dihasilkan dengan menunjukkan warna yang semakin coklat. Pembentuk warna coklat disebabkan adanya senyawa 3-deoksiglukoson yang merupakan senyawa reduktor sekaligus sebagai antioksidan. Hal ini didukung oleh Dedin dkk, (2006) yang menyatakan bahwa 3-deoxyozones dan glucosone merupakan senyawa intermediet yang penting dalam reaksi pencoklatan dimana senyawa tersebut merupakan senyawa antioksidan.

5.2.8.1 Kecerahan (L*)

Pada dasarnya nilai kecerahan merupakan nilai dari kemampuan cahaya dalam menembus suatu bahan. Menurut Lawless *et al.*, (1998) nilai warna (L) merupakan parameter kecerahan dan menyatakan tingkat gelap dan terang. Nilai kecerahan *fruit leather* apel. Rerata nilai kecerahan *fruit leather* apel dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Pengaruh Penambahan Pisang Candi Terhadap Nilai Kecerahan (L*) Produk *Fruit Leather* Apel.

Perlakuan	Rerata Nilai Kecerahan (L*)	Grouping	Tukey
Apel 100%	54,88 ± 1,24	a	
85% Apel : 15% Pisang	53,29 ± 0,53	a b	6,44
70% Apel : 30% Pisang	50,99 ± 1,81	a b	
55% Apel: 45% Pisang	48,30 ± 2,08	b	

Keterangan : - Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata (ANNOVA dilanjutkan dengan Tukey, $\alpha = 0,05$).

Tabel 14 menunjukkan nilai kecerahan semakin menurun dengan adanya penambahan pisang pada produk *fruit leather* apel yang diteliti. Hasil analisa ragam menunjukkan perlakuan penambahan pisang candi dalam pembuatan *fruit leather* apel memberikan pengaruh nyata ($p\text{-value} < 0.05$) terhadap nilai tingkat kecerahan (L*) produk (Lampiran 5a). *Fruit leather* 100% apel memiliki tekstur

yang rapuh dan tidak rata (banyak cekungan-cekungan) sehingga cahaya lebih mudah menembus produk *fruit leather*. Diamante *et al.*, (2014) menyatakan bahwa meskipun sederhana dalam membuat apel *leather*, namun apel *leather* ini bersifat rapuh sehingga perlu penambahan bahan lain untuk meningkatkan warna serta kualitasnya. Besarnya cahaya yang dapat ditembus oleh alat *Colour Reader* akan memberikan nilai kecerahan pada produk *fruit leather* apel. Derajat Kecerahan (L^*) secara teoritik adalah antara 0 untuk warna hitam (gelap) dan 100 untuk warna putih (sangat cerah) (Misnawi *et al.*, 2004).

Dengan penambahan pisang pada produk yang mengandung pati, tekstur *fruit leather* apel semakin rapat dan kokoh sehingga cahaya sulit menembus produk *fruit leather*. Pati yang banyak mengandung amilosa akan memberikan fenomena pada gel yang terbentuk sangat keras, bila didinginkan tidak tembus cahaya (Tharanathan, 2005). Perubahan ini akan mengurangi kemampuan cahaya dalam menembus produk yang berakibat nilai kecerahan semakin menurun. Marzelly dkk, (2017) pada penelitian *fruit leather* pisang mengemukakan bahwa nilai kecerahan (L^*) semakin besar maka semakin terang warna *fruit leather* dan semakin rendah nilai kecerahan (L^*) maka semakin gelap *fruit leather* yang dihasilkan.

5.2.8.2 Kemerahan (a^*)

Pada dasarnya warna kemerahan merupakan gambaran dari bahan untuk memantulkan, menyerap atau meneruskan sinar merah. Rerata nilai kemerahan produk *fruit leather* apel disajikan dalam Tabel 15.

Tabel 15. Pengaruh Penambahan Pisang Candi Terhadap Nilai Kemerahan (a^*) Produk *Fruit Leather* Apel.

Perlakuan	Rerata Nilai Kemerahan (a^*)	Grouping	Tukey
Apel 100%	11,3 ± 0,9	a	
85% Apel : 15% Pisang	6,3 ± 0,5	b	1,54
70% Apel : 30% Pisang	4,4 ± 0,8	c	
55% Apel: 45% Pisang	6,9 ± 0,7	b	

Keterangan : - Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata (ANNOVA dilanjutkan dengan Tukey, $\alpha = 0,05$).

Hasil penelitian memperlihatkan nilai kemerahan produk yang diteliti menurun sampai penambahan pisang sebanyak 30%. Kemudian meningkat pada penambahan pisang sebanyak 45%. Hasil perlakuan analisa ragam menunjukkan perlakuan penambahan pisang candi memberikan pengaruh nyata ($p\text{-value} < 0.05$) terhadap nilai kemerahan produk apel *fruit leather* (Lampiran 5b). Diduga

penambahan pisang hingga 30% menurunkan konsentrasi nilai kemerahan pada produk *fruit leather* apel. Perubahan warna menjadi kemerahan ini juga disebabkan karena terjadinya reaksi pencoklatan non enzimatis seperti reaksi *maillard*. Reaksi *Maillard* yaitu reaksi antara gugus amino dari suatu asam amino bebas residu rantai peprida atau protein dengan gugus karbonil dari suatu karbohidrat apabila keduanya dipanaskan atau penyimpanan dalam waktu lama (Vaclavin and Christian, 2007; Lakshmi, 2014). Pencoklatan pada *fruit leather* juga dapat dikaitkan dengan oksidasi vitamin C non enzimatis atau oksidasi enzimatis dari polifenol (Rahman, 2007). Buah apel memiliki kadar polifenol yang lebih tinggi dibandingkan dengan pisang. Pembentukan warna coklat (kemerahan) juga dapat disebabkan adanya senyawa 3-deoksiglukoson yang merupakan senyawa reduktan sekaligus sebagai antioksidan. Hal ini didukung oleh Dedin dkk, (2006) yang menyatakan bahwa 3-deoxyozones dan glucosone merupakan senyawa intermediet yang penting dalam reaksi pencoklatan dimana senyawa tersebut merupakan senyawa antioksidan. Hal ini terlihat pada Tabel 15 terjadi penurunan tingkat kemerahan seiring dengan bertambahnya pisang candi hingga 30% pisang.

Pada penambahan komposisi pisang 45% pada produk mampu meningkatkan nilai kemerahan pada *fruit leather* apel. Hal ini diduga terkait penambahan komposisi pisang yang mempengaruhi peningkatan kadar pati dan komposisi kimia bahan yang berpengaruh pada tingkat kemerahan (a^*) produk. Fitantri dkk, (2014) pada penelitian *fruit leather* nangka mengemukakan bahwa semakin tinggi kandungan protein, gula dan pati maka saat pengeringan semakin besar terjadi penurunan kecerahan dan peningkatan warna coklat. Sikorski (2007) menemukan bahwa reaksi oksidasi akan mengarah pada produksi pigmen gelap.

5.2.8.3 Kekuningan (b^*)

Hasil analisa ragam menunjukkan perlakuan penambahan pisang candi memberikan pengaruh yang nyata ($p\text{-value} < 0.05$) terhadap nilai kekuningan produk *fruit leather*. Rerata nilai kekuningan produk *fruit leather* apel disajikan dalam Tabel 16.

Tabel 16. Pengaruh Penambahan Pisang Candi Terhadap Nilai Kekuningan (b*) Produk *Fruit Leather*.

Perlakuan	Rerata Nilai Kekuningan (b*)	Grouping	Tukey
Apel 100%	8,1 ± 0,33	c	
85% Apel : 15% Pisang	13,7 ± 0,31	b	1,56
70% Apel : 30% Pisang	13,9 ± 0,26	b	
55% Apel: 45% Pisang	15,6 ± 1,40	a	

Keterangan : - Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata (ANNOVA dilanjutkan dengan Tukey, $\alpha = 0,05$).

Tabel 16 menunjukkan bahwa rerata nilai kekuningan *fruit leather* apel terlihat terjadi peningkatan nilai warna kekuningan (b*) seiring bertambahnya penambahan komposisi pisang candi dalam pembuatan *fruit leather* apel. Warna kekuningan pada *fruit leather* apel menunjukkan bahwa hal ini dipengaruhi oleh bahan baku yang (pisang candi) ditambahkan dalam pembuatan produk. Warna kuning pada *fruit leather* apel disebabkan oleh kandungan karotenoid dalam buah pisang yang semakin meningkat seiring bertambahnya komposisi pisang yang ditambahkan pada produk. Nugraheni (2012), menyatakan bahwa karotenoid terdapat dalam buah pepaya, pisang, tomat, cabai merah, mangga, wortel, ubi jalar, labu kuning, jagung dan pada beberapa bunga yang berwarna kuning dan merah. Karotenoid larut dalam lemak dan tahan terhadap panas (Winarno, 1996). Hal ini sependapat dengan pernyataan Rao and Rao (2007) bahwa Karotenoid merupakan senyawa yang tidak larut dalam air dan sedikit larut dalam minyak atau lemak, sehingga penambahan pisang dalam pembuatan produk mampu menaikkan nilai kekuningan (b*) pada bahan.

5.2.9 Kuat Tarik (*Tensile Strength*)

Hasil analisa ragam menunjukkan perlakuan penambahan pisang candi pada pembuatan produk *fruit leather* apel memberikan pengaruh nyata ($p\text{-value} < 0.05$) terhadap nilai kuat tarik (*tensile strength*) (Lampiran 6a). Rerata nilai kuat tarik dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17. Nilai Kuat Tarik (N) *Fruit Leather* Apel dengan Penambahan Pisang Candi

Perlakuan	Rerata Nilai Kuat Tarik (<i>Tensile Strength</i>) (N)	Grouping	Tukey
Apel 100%	3,28 ± 0,45	c	
85% Apel : 15% Pisang	4,40 ± 0,96	b c	1,45
70% Apel : 30% Pisang	5,78 ± 0,22	a b	
55% Apel: 45% Pisang	6,80 ± 0,86	a	

Keterangan : - Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata (ANNOVA dilanjutkan dengan Tukey, $\alpha = 0,05$).

Pada Tabel 17. menunjukkan bahwa penambahan pisang candi dalam komposisi pembuatan *fruit leather* apel memberikan beda nyata terhadap nilai kuat tarik dari produk. Hal ini terlihat semakin besar komposisi penambahan pisang candi dalam pembuatan *fruit leather* apel, menurunkan nilai kadar air sehingga meningkatkan nilai kekerasan yang berdampak pula pada peningkatan nilai kuat tarik bahan. Penurunan kadar air ini diduga menyebabkan ikatan matriks pada bahan semakin erat dan kokoh, sehingga akan menaikkan nilai kuat tarik pada bahan. Kekuatan tarik dapat timbul akibat adanya ikatan polimer yang terjadi antar atom atau ikatan sekunder dengan rantai polimer oleh gaya yang diberikan dari luar. (Druchta and Catherine, 2004). Kandungan total gula pada bahan baku dengan seiring bertambah substitusi pisang akan mempengaruhi kandungan peningkatan total gula pada *fruit leather* apel yang berdampak pada tingkat kekerasan produk.

Selain pati, gula dan kadar air, diduga pektin dalam bahan juga mempengaruhi nilai kuat tarik bahan. Nurminah dan Astuti (2016) mengungkapkan bahwa peningkatan nilai kekerasan gel disebabkan karena pektin bersama gula dan asam membentuk gel yang kuat sehingga dapat membuat kekerasan gel pada produk semakin keras. Menurut Gontard *et al.* (1994), terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kuat tarik suatu bahan diantaranya adalah total padatan terlarut dan interaksi molekul didalamnya. Pada penelitian yang dilakukan Widyaningsih dkk, (2012) penambahan konsentrasi pektin akan meningkatkan nilai kuat tarik *edible film*, karena pektin mampu membentuk matriks polimer yang kuat dan menjadikan kuat tarik intermolekul semakin kuat.

5.2.10 Perpanjangan (*Elongasi*)

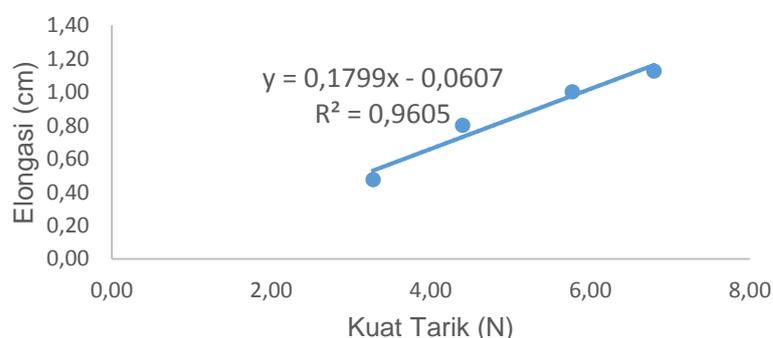
Perpanjangan (*elongasi*) merupakan persentase perpanjangan atau kemampuan maksimal *fruit leather* saat mulai sobek. Menurut Bertuzzi *et al.* (2012), persentase perpanjangan atau *elongasi* merupakan nilai maksimum perubahan panjang yang dicapai saat sampel diberikan gaya tarik hingga putus. Hasil analisa ragam menunjukkan perlakuan penambahan pisang candi pada pembuatan produk *fruit leather* apel memberikan pengaruh nyata ($p\text{-value} < 0.05$) terhadap nilai perpanjangan (*elongasi*) (Lampiran 6b). Rerata nilai perpanjangan (*elongasi*) dapat dilihat pada Tabel 18.

Tabel 18. Nilai Perpanjangan (*Elongasi*) *Fruit Leather* Apel dengan Penambahan Pisang Candi

Perlakuan	Rerata Nilai Perpanjangan (<i>Elongasi</i>) (cm)	Grouping	Tukey
Apel 100%	0,48 ± 0,13	c	
85% Apel : 15% Pisang	0,80 ± 0,08	b	0,20
70% Apel : 30% Pisang	1,00 ± 0,08	a b	
55% Apel: 45% Pisang	1,13 ± 0,10	a	

Keterangan : - Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata (ANNOVA dilanjutkan dengan Tukey, $\alpha = 0,05$).

Pada Tabel 18 menunjukkan bahwa penambahan pisang candi dalam komposisi pembuatan *fruit leather* apel memberikan pengaruh nyata ($p\text{-value} < 0,05$) terhadap nilai perpanjangan (*elongasi*) dari produk. Terlihat bahwa semakin besar komposisi penambahan pisang candi dalam pembuatan *fruit leather* apel, semakin meningkatkan nilai perpanjangan (*elongasi*). Nilai *elongasi* dipengaruhi oleh nilai kuat tarik produk *fruit leather*. Semakin kompak jaringan pada suatu produk, ikatan heliks yang terjadi semakin kompak sehingga menaikkan nilai kuat tarik dan mempengaruhi peningkatan perpanjangan (*elongasi*). Hal ini sesuai dengan pernyataan Tethool (2011) bahwa semakin tinggi nilai kuat tarik (*tensile strength*), sifat semakin kompak sehingga perpanjangan (*elongasi*) mengalami kenaikan. Aguilera (2003) mengemukakan bahwa pada tingkat pengeringan rendah produk akhir, akan menyebabkan lebih kompak dan lebih padat karena molekul terbentuk jaringan matriks pada *fruit leather* yang dapat menyebabkan kepadatan matriks. Pradana dkk, (2017) menyatakan bahwa konsentrasi pektin dan pati menyebabkan peningkatan nilai persen *elongasi*. Hal ini karena pektin dan pati bersifat hidrofilik yang akhirnya membentuk ruang bebas dan meningkatkan mobilitas molekul membentuk ikatan hidrogen.



Gambar 13. Grafik Korelasi Antara Kuat Tarik (N) dan Perpanjangan (Elongasi) (cm) Substitusi Pisang Candi pada *Fruit Leather* Apel.

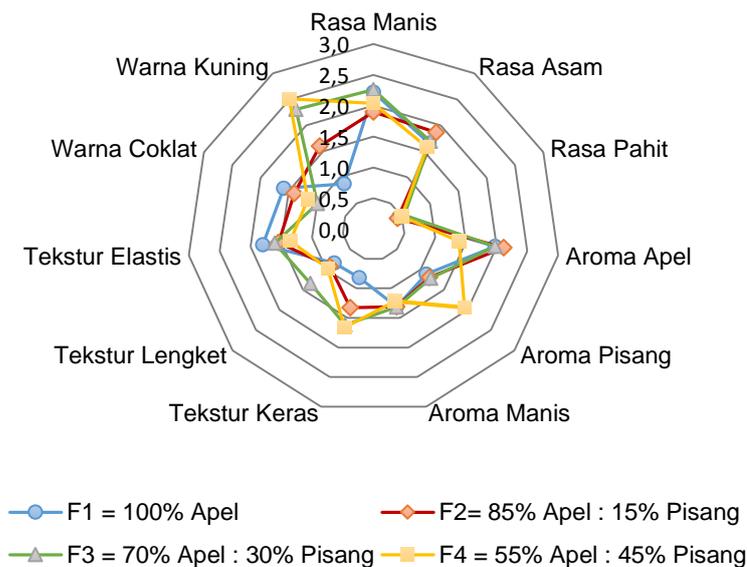
Gambar 13 menunjukkan nilai korelasi antara kuat tarik (N) dan perpanjangan (elongasi) (cm) *fruit leather* apel dengan persamaan regresi $y = 0,1799x - 0,0607$ dan nilai determinasi 0,9605. Nilai koefisien determinasi yang diperoleh menunjukkan bahwa tingginya nilai kuat tarik (N) pada *fruit leather* akan menaikkan nilai perpanjangan (elongasi) sebesar 96,05%. Perlakuan penambahan pisang candi pada pembuatan *fruit leather* apel akan menaikkan nilai kuat tarik produk dan hal tersebut juga akan menaikkan nilai perpanjangan (elongasi) *fruit leather* apel.

5.2.11 Karakteristik Sensoris *Fruit Leather* Apel dengan Penambahan Pisang Candi

5.2.11.1 Profiling Atribut Sensoris

Pengukuran intensitas atribut sensori dilakukan dengan metode *Rate All That Apply* (RATA). Empat jenis sampel yaitu *fruit leather* dengan berbagai kombinasi perlakuan apel manalagi : pisang candi (100% apel; 85%:15%; 70%:30% dan 55%:45%) diuji intensitas atributnya menggunakan *General Linier Model* (GLM). Diperoleh hasil, terdapat 11 atribut sensoris yang diujikan. Dari data tersebut menunjukkan bahwa diantara keempat sampel *fruit leather* apel terdapat 9 atribut sensoris dengan $p\text{-value} < 0,05$ ini menunjukkan bahwa atribut sensoris tersebut cenderung berbeda nyata, sedangkan terdapat 2 atribut sensoris yang cenderung tidak berbeda nyata ($p\text{-value} > 0,05$). Atribut sensoris yang dinyatakan cenderung tidak berbeda nyata yaitu: rasa pahit dan aroma manis (Lampiran 7c).

Gambar 12 merupakan *spinder chart* yang diperoleh dari rata-rata intensitas atribut sensoris keempat sampel *fruit leather* dengan skala 1=lemah, 2=sedang, dan 3=kuat.



Gambar 14. Spinder Chart Atribut Sensoris Keempat Fruit Leather

Pada Gambar 14 menunjukkan bahwa perlakuan penambahan pisang candi pada pembuatan *fruit leather* dengan komposisi apel : pisang (100% apel; 85%:15%; 70%:30% dan 55%:45%) dievaluasi memiliki 11 atribut sensoris seperti rasa manis, rasa asam, rasa pahit, aroma apel, aroma pisang, aroma manis, tekstur keras, tekstur lengket, tekstur elastis, warna coklat dan warna kuning. Atribut ini dinilai panelis sesuai dengan yang dideteksi pada keempat sampel *fruit leather*. Penambahan pisang candi dalam pembuatan *fruit leather* apel dengan komposisi 70% apel dan 30% pisang candi memiliki nilai tertinggi pada atribut sensoris rasa manis, aroma pisang, tekstur keras dan tekstur elastis, serta warna kuning, sedangkan rasa pahit dan aroma manis terjadi penurunan. Diduga penambahan pisang candi dalam pembuatan *fruit leather* tidak berpengaruh terhadap rasa pahit dan aroma manis pada keempat perlakuan tersebut, hal ini dikarenakan panelis tidak dapat mendeteksi intensitas terhadap kedua atribut yaitu rasa pahit dan aroma manis pada keempat perlakuan.

5.2.11.2 Atribut Rasa Manis

Pada pembuatan bahan baku *fruit leather* apel dilakukan komposisi penambahan pisang candi dengan komposisi yang berbeda. Dari data masing-masing perlakuan cenderung berbeda nyata ($p\text{-value} < 0,05$). Ini berarti adanya perbedaan intensitas rasa manis antar sampel. Hal ini menunjukkan bahwa dari keempat sampel tersebut panelis dapat merasakan perbedaan rasa manis. Nilai rerata rasa manis dapat dilihat pada Tabel 19.

Tabel 19. Nilai Rerata Atribut Rasa Manis pada *Fruit Leather* Apel

Formulasi Fruit Leather (Apel : Pisang)	Rerata Atribut Rasa Manis	Grouping
100% Apel	2,2182	a
85% Apel : 15% Pisang	1,9000	b
70% Apel : 30% Pisang	2,2636	a
55% Apel : 45% Pisang	2,0364	ab

Keterangan : - Nilai rerata yang didampangi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata (ANNOVA dilanjutkan dengan Tukey, $\alpha = 0,05$).

Tabel 19 memperlihatkan bahwa rasa manis yang tertinggi adalah formulasi *fruit leather* dengan komposisi 70% apel : 30% pisang cenderung tidak berbeda nyata dengan komposisi 100% apel dan 55% apel : 45% pisang. Sukrosa dan laktosa mampu meningkatkan cita rasa pada suatu produk karena kemampuannya mampu memberikan rasa manis (Chan, 2008). Rasa manis dari apel bisa terjadi disebabkan oleh tiga komponen gula yaitu sukrosa, glukosa dan fruktosa yang memiliki kadar tertinggi didalam gula pada apel yakni sekitar 50% (Yahia, 2010). Satuhu dan Ahmad (2008) menyatakan rasa manis pada buah pisang karena adanya gula buah yaitu fruktosa. Rasa manis dapat dihasilkan dari berbagai golongan senyawa baik dari kelompok gula, asam-amino-peptida-protein, amida siklis, turunan benzena bahkan kloroform (Wijaya, 2013)

5.2.11.3 Atribut Rasa Asam

Dari data atribut sensoris rasa asam dari keempat perlakuan memiliki perbedaan nyata antar perlakuan ($p\text{-value} < 0,05$). Pada atribut ini panelis cenderung dapat merasakan perbedaan rasa asam pada keempat perlakuan *fruit leather*. Nilai Rerata atribut rasa asam dapat dilihat pada Tabel 20.

Tabel 20. Nilai Rerata Atribut Rasa Asam pada *Fruit Leather* Apel

Formulasi Fruit Leather (Apel : Pisang)	Rerata Atribut Rasa Asam	Grouping
100% Apel	1,655	ab
85% Apel : 15% Pisang	1,864	a
70% Apel : 30% Pisang	1,691	ab
55% Apel : 45% Pisang	1,582	b

Keterangan : - Nilai rerata yang didampangi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata (ANNOVA dilanjutkan dengan Tukey, $\alpha = 0,05$).

Berdasarkan hasil analisa Tabel 20 nilai rasa asam tertinggi adalah kombinasi 85% apel : 15% pisang tidak berbeda dengan 100% apel dan kombinasi 70% apel : 30% pisang. Rasa apel merupakan suatu sensasi yang merangsang indera perasa manusia, yang berperan besar terhadap ini adalah rasa manis dan asam. Keseimbangan antara rasa manis dan asam tersebutlah yang sangat

berkaitan dengan rasa dari apel (Yahia, 2010). Rasa asam pada pisang tanduk karena asam organik yang terkandung dalam daging buah pisang (BBPHP, 2004).

5.2.11.4 Atribut Rasa Pahit

Pada atribut rasa pahit yang tersaji (Lampiran 7c) panelis cenderung tidak dapat mendeteksi adanya beda nyata rasa pahit terhadap keempat perlakuan *fruit leather* apel ($p\text{-value} > 0,05$). Rerata nilai atribut rasa pahit adalah 0,4273 -0,5455. Hal ini berarti rasa pahit tidak didapat pada atribut ini. Perubahan kecil pada struktur kimia dapat mengubah rasa dari manis menjadi pahit atau tidak berasa (Deman, 1997). Menurut Awika *et al.* (2009) keberadaan tanin dalam bahan pangan ikut menentukan cita rasa bahan pangan tersebut seperti rasa asam dan sepat pada buah-buahan. Selain itu, rasa pahit pada buah-buahan dapat disebabkan oleh senyawa fenolik yaitu naringin. Naringin biasanya terdapat pada buah jeruk dan anggur (Sukasih dkk, 2008).

5.2.11.5 Atribut Aroma Apel

Pada atribut aroma apel, panelis dapat merasakan adanya beda nyata aroma apel ($p\text{-value} < 0,05$) pada produk *fruit leather*. Aroma apel mendominasi produk *fruit leather* hingga kadar apel 70%. Pada komposisi apel 55% panelis cenderung tidak bisa merasakan aroma apel pada produk. Nilai Rerata atribut aroma apel dapat dilihat pada Tabel 21.

Tabel 21. Nilai Rerata Atribut Aroma Apel pada *Fruit Leather* Apel

Formulasi Fruit Leather (Apel : Pisang)	Rerata Atribut Aroma Apel	Grouping
100% Apel	1,973	a
85% Apel : 15% Pisang	2,118	a
70% Apel : 30% Pisang	1,973	a
55% Apel : 45% Pisang	1,391	b

Keterangan : - Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata (ANNOVA dilanjutkan dengan Tukey, $\alpha = 0,05$).

Dari Tabel 21 menunjukkan bahwa penambahan pisang candi menurunkan atribut aroma dari apel. Hal ini dikarenakan berkurangnya bahan baku apel seiring dengan peningkatan penambahan pisang candi. Menurut Pino and Yanet (2013) aroma khas pisang ditimbulkan dari komponen-komponen volatil. Timbul aroma atau bau karena zat bau tersebut bersifat volatil (mudah menguap), sedikit larut air dan lemak. *Flavour* apel adalah sebuah sensasi dari buah apel yang mampu merangsang indera penciuman dan perasa manusia. *Flavor* apel ini biasa digunakan sebagai identitas sehingga dapat dibedakan antara apel dan buah lainnya (Watada *et al*, 1980; Williams *et al*, 1977). Dalam industri pangan pengujian aroma atau bau dianggap penting karena dengan cepat dapat memberikan hasil

penilaian terhadap produk terkait diterima atau tidaknya suatu produk (Mann and Sin, 1997).

5.2.11.6 Atribut Aroma Pisang

Pada data atribut aroma pisang, panelis cenderung dapat merasakan beda nyata ($p\text{-value} < 0,05$) aroma pisang pada produk *fruit leather* apel. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 22.

Tabel 22. Nilai Rerata Atribut Aroma Pisang pada *Fruit Leather* Apel

Formulasi Fruit Leather (Apel : Pisang)	Rerata Atribut Aroma Pisang	Grouping
100% Apel	1,118	b
85% Apel : 15% Pisang	1,191	b
70% Apel : 30% Pisang	1,218	b
55% Apel : 45% Pisang	1,936	a

Keterangan : - Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata (ANNOVA dilanjutkan dengan Tukey, $\alpha = 0,05$).

Pada Tabel 22, atribut aroma pisang tertinggi yang dapat dirasakan panelis pada komposisi 55% apel : 45% pisang. Hal ini sesuai dengan banyaknya pisang yang diberikan dalam bahan baku pembuatan *fruit leather* apel. Penambahan pisang dalam bahan baku menimbulkan aroma pisang tersendiri dalam *fruit leather* apel. Menurut Alamanda (2016), nilai kekerasan buah yang menurun akan menghasilkan reaksi seperti pati akan berubah menjadi gula, warna kulit berubah menjadi hijau kekuningan dan kelengketan pada buah hilang, berkembang menjadi flavour dengan karakteristik yang khas. Antarlina dkk, (2004), daging buah pisang mengandung komponen-komponen volatil yang dapat menimbulkan aroma khas buah pisang.

5.2.11.7 Atribut Aroma Manis

Pada atribut aroma manis (Lampiran 7c) panelis cenderung tidak dapat mendeteksi adanya beda nyata rasa manis terhadap keempat perlakuan *fruit leather* ($p\text{-value} > 0,05$). Rerata nilai atribut aroma manis adalah 1,218 – 1,318. Hal ini berarti aroma manis tidak dapat dibedakan pada atribut ini. Aroma-aroma buah yang timbul dari *fruit leather* banyak disebabkan dari zat volatil buah itu sendiri sehingga diduga panelis tidak bisa merasakan aroma manis dari *fruit leather* tersebut.

5.2.12.8 Atribut Tekstur Keras

Tekstur memiliki sifat kompleks dan berhubungan dengan struktur bahan yang terdiri dari tiga elemen, seperti mekanik (kekerasan, kekenyalan), geometrik (berpasir, beremah), dan *mouthfeel* (berminyak, berair) (Setyaningsih dkk, 2010). Kekerasan didasarkan pada kemudahan menggigit dan mengunyah tanpa

kehilangan sifat-sifat jaringan. Pada data atribut tekstur keras, panelis cenderung dapat merasakan beda nyata ($p\text{-value} < 0,05$) tekstur keras pada produk *fruit leather*. Nilai rerata atribut tekstur keras dapat dilihat pada Tabel 23.

Tabel 23. Nilai Rerata Atribut Tekstur Keras pada *Fruit Leather* Apel

Formulasi Fruit Leather (Apel : Pisang)	Rerata Atribut Tekstur Keras	Grouping
100% Apel	0,8182	c
85% Apel : 15% Pisang	1,3271	b
70% Apel : 30% Pisang	1,6182	a
55% Apel : 45% Pisang	1,6636	a

Keterangan : - Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata (ANNOVA dilanjutkan dengan Tukey, $\alpha = 0,05$).

Tabel 23 menunjukkan bahwa semakin besar penambahan komposisi pisang, panelis dapat merasakan tingkat kekerasan pada produk *fruit leather*.

Pada perlakuan 70% apel : 30% pisang memiliki tekstur yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan 55% apel : 45% pisang dalam pembuatan *fruit leather* apel yaitu panelis dapat merasakan tekstur yang lebih keras dibanding perlakuan lainnya.

Hal ini diduga saat pengeringan penambahan pisang yang memiliki kadar air lebih rendah akan saling berikatan kuat antar matriksnya, sehingga membuat tekstur lebih keras yang dirasakan panelis. Aguilera (2003) mengemukakan bahwa pada tingkat pengeringan rendah produk akhir, akan menyebabkan lebih kompak dan lebih padat karena molekul terbentuk jaringan matriks pada *fruit leather* yang dapat menyebabkan kepadatan matriks.

5.2.11.9 Atribut Tekstur Lengket

Pada data atribut tekstur lengket, panelis cenderung dapat merasakan beda nyata ($p\text{-value} < 0,05$) tekstur lengket pada produk *fruit leather* apel. Nilai rerata atribut tekstur lengket dapat dilihat pada Tabel 24.

Tabel 24. Nilai Rerata Atribut Tekstur Lengket pada *Fruit Leather* Apel

Formulasi Fruit Leather (Apel : Pisang)	Rerata Atribut Tekstur Lengket	Grouping
100% Apel	0,8364	b
85% Apel : 15% Pisang	0,9273	b
70% Apel : 30% Pisang	1,3455	a
55% Apel : 45% Pisang	0,9727	b

Keterangan : - Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata (ANNOVA dilanjutkan dengan Tukey, $\alpha = 0,05$).

Tabel 24 menunjukkan bahwa perlakuan 70% apel : 30% pisang memiliki tekstur lengket yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Pada perlakuan lainnya (100% apel, 85% apel : 15% pisang dan 55% apel : 45% pisang menunjukkan tidak berbeda nyata (panelis tidak dapat membedakan rasa lengket pada ketiga perlakuan). Saat pemanasan, pati pada bahan akan terjadi gelatinisasi

sehingga menyerap air. Menurut Asgar and Musaddad (2006), peningkatan daya serap air dipengaruhi oleh adanya pati yang telah tergelatinisasi selama proses pengeringan. Semakin tinggi amilopektin maka pati akan lebih terasa basah dan lengket (Jane *et al.*, 1999). Pada komposisi 70% apel : 30% pisang memiliki nilai atribut tekstur lengket tertinggi yang dapat dirasakan oleh panelis. Hal ini diduga karena terjadi sineresis pada produk selama penyimpanan. Sineresis adalah keluarnya cairan dari gel pati yang dipotong atau disimpan lama. Bila gel dipotong dengan pisau atau disimpan untuk beberapa hari, air tersebut dapat keluar dari bahan, peristiwa ini disebut sineresis (Winarno, 2008). Sineresis ini akan menyebabkan tekstur lengket yang dirasakan oleh panelis saat melakukan sensoris sehingga berpengaruh pada penilaian produk *fruit leather*.

5.2.11.10 Atribut Tekstur Elastis

Pada data atribut tekstur elastis, panelis cenderung dapat merasakan beda nyata ($p\text{-value} < 0,05$) tekstur elastis pada produk *fruit leather* apel. Nilai rerata atribut tekstur lengket dapat dilihat pada Tabel 25.

Tabel 25. Nilai Rerata Atribut Tekstur Elastis pada *Fruit Leather* Apel

Formulasi Fruit Leather (Apel : Pisang)	Rerata Nilai Atribut Tekstur Elastis	Grouping
100% Apel	1,800	a
85% Apel : 15% Pisang	1,545	ab
70% Apel : 30% Pisang	1,609	ab
55% Apel : 45% Pisang	1,355	b

Keterangan : - Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata (ANNOVA dilanjutkan dengan Tukey, $\alpha = 0,05$).

Pada Tabel 25 menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan pisang candi, terjadi penurunan tingkat elastisitas yang dirasakan panelis terhadap produk. Hal ini terlihat bahwa nilai terkecil atribut tekstur elastis ada pada formulasi 55% apel : 45% pisang yaitu 1,355. Nilai tekstur elastis pada formulasi 85% apel : 15% pisang cenderung tidak berbeda nyata dengan formulasi 70% apel : 30% pisang yang dapat dirasakan panelis, sedangkan nilai elastis tertinggi yang dapat dirasakan panelis adalah komposisi bahan 100% apel. Kadar air komposisi apel 100% lebih tinggi dibandingkan lainnya hal inilah diduga mempengaruhi tekstur elastis yang dirasakan panelis.

5.2.11.11 Atribut Warna Coklat

Pada data atribut warna coklat, panelis cenderung dapat merasakan beda nyata ($p\text{-value} < 0,05$) warna coklat pada produk *fruit leather* apel. Nilai rerata atribut warna coklat dapat dilihat pada Tabel 26.

Tabel 26. Nilai Rerata Atribut Warna Coklat pada *Fruit Leather* Apel

Formulasi Fruit Leather (Apel : Pisang)	Rerata Nilai Atribut Warna Coklat	Grouping
100% Apel	1,5909	a
85% Apel : 15% Pisang	1,4000	ab
70% Apel : 30% Pisang	0,9909	c
55% Apel : 45% Pisang	1,1636	bc

Keterangan : - Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata (ANNOVA dilanjutkan dengan Tukey, $\alpha = 0,05$).

Tabel 26 menunjukkan bahwa setiap perlakuan berbeda nyata ($p\text{-value} \leq 0,05$) dengan perlakuan lainnya. Warna coklat tertinggi yang dapat dirasakan oleh panelis adalah pada perlakuan 100% apel. Menurut Sari dkk, (2013) reaksi maillard dapat berperan sebagai antioksidan dengan mendonorkan hidrogen (*scavenger*) terhadap radikal bebas sehingga menjadi stabil. Pada penelitiannya antioksidan yang tinggi sebanding dengan produk reaksi *maillard* (PRM) yang dihasilkan dengan menunjukkan warna yang semakin coklat. Pembentukan warna coklat disebabkan adanya senyawa 3-deoksiglukoson yang merupakan senyawa reduktan sekaligus sebagai antioksidan. Hal ini didukung oleh Dedin dkk, (2006) yang menyatakan bahwa 3-deoxyozones dan glucosone merupakan senyawa intermediet yang penting dalam reaksi pencoklatan dimana senyawa tersebut merupakan senyawa antioksidan.

5.2.11.12 Atribut Warna Kuning

Pada data atribut warna kuning, panelis cenderung dapat merasakan beda nyata ($p\text{-value} < 0,05$) warna kuning pada produk *fruit leather* apel. Nilai rerata atribut warna kuning dapat dilihat pada Tabel 27.

Tabel 27. Nilai Rerata Atribut Warna Kuning pada *Fruit Leather* Apel

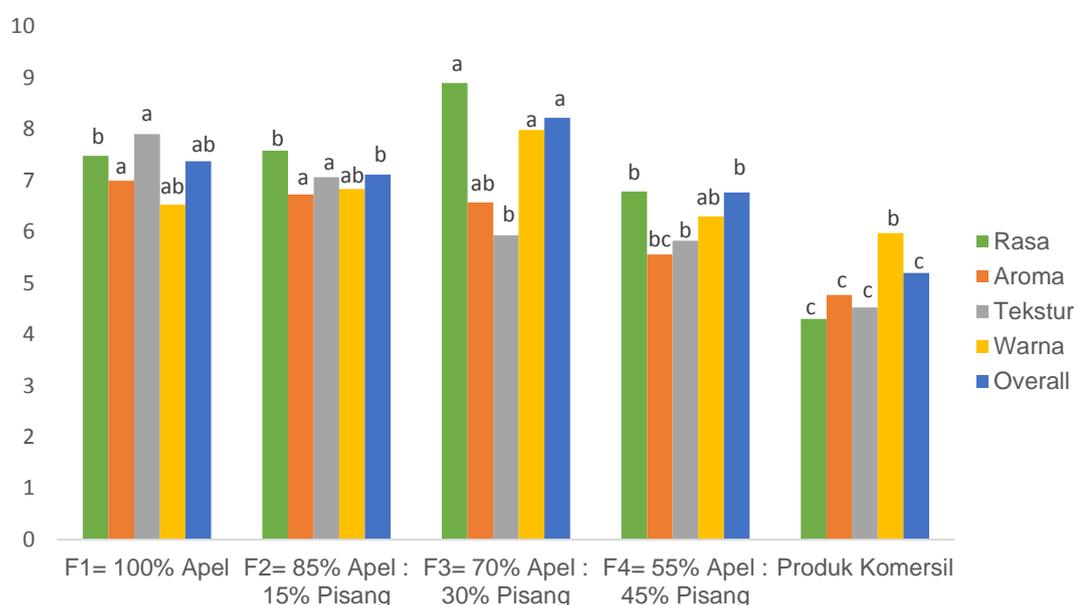
Formulasi Fruit Leather (Apel : Pisang)	Rerata Nilai Atribut Warna Kuning	Grouping
100% Apel	0,8727	c
85% Apel : 15% Pisang	1,6000	b
70% Apel : 30% Pisang	2,3091	a
55% Apel : 45% Pisang	2,5091	a

Keterangan : - Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata (ANNOVA dilanjutkan dengan Tukey, $\alpha = 0,05$).

Pada Tabel 27 menunjukkan atribut warna kuning tertinggi ada pada penambahan pisang candi hingga 45%. Hal ini karena pisang candi memiliki warna kekuningan sehingga memberikan peningkatan warna kuning pada *fruit leather* apel. Peningkatan warna kuning inilah yang dapat dibedakan oleh panelis. Warna kuning disebabkan oleh kandungan karoteniod dalam buah pisang. Karotenoid merupakan kelompok pigmen berwarna kuning, orange dan merah orange. Karotenoid larut dalam lemak dan tahan terhadap panas (Winarno, 2008).

5.2.12 Tingkat Kepuasan Konsumen

Kepuasan konsumen bukanlah sebuah emosi atau perasaan ketika menggunakan sebuah produk atau jasa, melainkan sebuah respon dari hasil evaluasi setelah menggunakan suatu produk atau jasa. Menurut Amir (2005), kepuasan konsumen merupakan sejauh mana manfaat sebuah produk yang dirasakan sesuai dengan apa yang diharapkan pelanggan. Pada Gambar 15 menunjukkan bahwa dari segi rasa, aroma, tekstur, warna dan *overall* pada keempat sampel dengan perlakuan penambahan pisang candi dan produk komersil *fruit leather* telah cukup memenuhi kepuasan konsumen, terlihat dengan adanya perbedaan yang signifikan (Lampiran 8b).



Gambar 15. Pengaruh Penambahan Pisang Candi dalam Pembuatan *Fruit Leather* Apel Terhadap Tingkat Kepuasan Panelis.

Dilihat dari segi rasa pada keempat perlakuan, terlihat perbedaan yang signifikan ($p\text{-value} < 0,05$). Hal ini membuktikan bahwa rasa *fruit leather* keempat perlakuan telah memenuhi ekspektasi panelis terhadap produk bahkan telah dibandingkan dengan produk komersil. Tingkat kepuasan panelis terhadap rasa ditampilkan pada Tabel 28.

Tabel 28. Tingkat Kepuasan Panelis Terhadap Rasa *Fruit Leather* Apel dengan Penambahan Pisang Candi

Formulasi Fruit Leather (Apel : Pisang)	Rata-rata	Grouping
100% Apel	7,476	b
85% Apel : 15% Pisang	7,575	b
70% Apel : 30% Pisang	8,897	a
55% Apel : 45% Pisang	6,782	b

Keterangan : - Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata (ANNOVA dilanjutkan dengan Tukey, $\alpha = 0,05$).

Pada Tabel 28 *fruit leather* apel dengan perlakuan 70% apel: 30 pisang, tingkat kepuasan panelis terhadap rasa *fruit leather* tersebut memiliki nilai tertinggi (panelis merasa puas). Namun, pada komposisi 100% apel, 85% apel : 15% pisang dan 55% apel : 45% memiliki notasi yang sama (tidak berbeda nyata) menunjukkan panelis kurang puas terhadap rasa *fruit leather* apel. Hal ini diduga karena pada penambahan pisang 30% merupakan komposisi yang pas yang dapat diterima oleh panelis pada formulasi pembuatan produk *fruit leather* apel. Respon panelis yang diberikan merupakan penilaian individu secara alami sehingga respon yang diberikan akan berbeda-beda, namun tergantung dari metode dan kondisi panelis saat memberikan penilaian (Mason and Nottingham, 2002).

Tabel 29. Tingkat Kepuasan Panelis Terhadap Aroma *Fruit Leather* Apel dengan Penambahan Pisang Candi

Formulasi Fruit Leather (Apel : Pisang)	Rata-rata	Grouping
100% Apel	6,995	a
85% Apel : 15% Pisang	6,725	a
70% Apel : 30% Pisang	6,568	ab
55% Apel : 45% Pisang	5,557	b

Keterangan : - Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata (ANNOVA dilanjutkan dengan Tukey, $\alpha = 0,05$).

Pada Tabel 29 penambahan komposisi pisang candi hingga 45% pada bahan menurunkan tingkat kepuasan panelis terhadap aroma *fruit leather* apel. Pada komposisi 55% apel : 45% pisang panelis tidak merasa puas, sedangkan 100% apel hingga komposisi 70% apel : 30% pisang tidak berbeda nyata yaitu panelis merasa puas pada ketiga perlakuan tersebut. Hal ini karena masih terdapat aroma apel pada produk hingga penambahan pisang candi 30%, sedangkan pada penambahan 45% aroma pisang mulai mendominasi *fruit leather* apel sehingga dapat menurunkan tingkat kepuasan terhadap aroma *fruit leather* apel. Aroma merupakan salah satu faktor penting bagi konsumen untuk memilih makanan. Aroma makanan banyak menentukan kelezatan suatu makanan. Aroma yang diterima hidung dan otak merupakan campuran empat bau utama yaitu harum,

asam, tengik dan hangus. Aroma buah-buahan diciptakan oleh berbagai ester yang bersifat volatil. Produksi aroma tersebut akan meningkat saat buah mendekati masa klimaterik (Winarno, 2008).

Tabel 30. Tingkat Kepuasan Panelis Terhadap Tekstur *Fruit Leather* Apel dengan Penambahan Pisang Candi

Formulasi <i>Fruit Leather</i> (Apel : Pisang)	Rata-rata	Grouping
100% Apel	7,904	a
85% Apel : 15% Pisang	7,061	a
70% Apel : 30% Pisang	5,927	b
55% Apel : 45% Pisang	5,824	b

Keterangan : Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata (ANNOVA dilanjutkan dengan Tukey, $\alpha = 0,05$).

Pada Tabel 30 pada perlakuan 100% apel dan 85% apel:15% pisang untuk tingkat kepuasan tekstur memiliki nilai tidak berbeda nyata. Panelis merasa puas pada kedua perlakuan tersebut. Namun pada perlakuan 70% apel : 30% pisang dan 55% apel : 45% pisang menunjukkan tidak beda nyata antar perlakuan. Pada perlakuan tersebut panelis menunjukkan merasa tidak puas terhadap tekstur *fruit leather* apel. Hal ini dikarenakan tekstur *fruit leather* 100% apel dan komposisi 85% apel : 15% pisang memiliki tekstur lebih lunak yang sama yang dirasakan panelis (tidak berbeda nyata) pada produk *fruit leather* apel. Tekstur lunak (mudah digigit dan dikunyah) inilah yang disukai konsumen sehingga mempengaruhi tingkat kepuasan terhadap tekstur *fruit leather* apel. Tekstur makanan dapat didefinisikan sebagai cara bagaimana berbagai unsur komponen dan unsur struktur ditata dan digabung menjadi mikro dan makrostruktur. Tekstur sangat mempengaruhi citra makanan dan terkadang lebih penting daripada bau, rasa dan warna. Tekstur makanan dapat dievaluasi menggunakan uji mekanika (metode instrumen) dan analisis secara penginderaan (Deman, 1997). Pada penelitian Sidi dkk, (2014) saat uji sensoris yang dilakukan pada *fruit leather* nanas dan wortel, tekstur yang diharapkan ialah tekstur plastis yang mudah sobek saat digigit dan dikunyah.

Tingkat Kepuasan Panelis Terhadap Warna *Fruit Leather* Apel dengan Penambahan Pisang Candi

Pada tingkat kepuasan panelis terhadap warna produk *fruit leather* apel, data menunjukkan untuk tingkat warna tidak berbeda nyata ($p\text{-value} > 0,05$).

Rerata nilai kepuasan panelis terhadap warna apel adalah 5,974 – 7,979. Hal ini berarti panelis tidak dapat membedakan warna pada produk (semua perlakuan dianggap memiliki tingkat warna yang memuaskan). Menurut Mason dan

Nottingham (2002), respon panelis yang diberikan merupakan penilaian individu secara alami sehingga respon yang diberikan akan berbeda-beda, namun tergantung dari metode dan kondisi panelis saat memberikan penilaian. Faktor yang mempengaruhi respon panelis yang diberikan, salah satunya adalah faktor fisiologis.

Tabel 31. Tingkat Kepuasan Panelis Terhadap *Overall Fruit Leather* Apel dengan Penambahan Pisang Candi

Formulasi Fruit Leather (Apel : Pisang)	Rata-rata	Grouping
100% Apel	7,370	b
85% Apel : 15% Pisang	7,111	b
70% Apel : 30% Pisang	8,221	a
55% Apel : 45% Pisang	6,763	b

Keterangan : - Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata (ANNOVA dilanjutkan dengan Tukey, $\alpha = 0,05$).

Parameter tingkat kepuasan *overall* yang dimaksud dalam pengujian sensoris ini adalah keseluruhan *fruit leather* menurut panelis. Pada Tabel 30 menunjukkan bahwa pada komposisi pembuatan *fruit leather* apel 70% apel : 30% pisang memberikan penilaian kepuasan panelis tertinggi (panelis puas secara keseluruhan), sedangkan pada komposisi lainnya yaitu 100% apel, 85% apel : 15% pisang dan 55% apel : 45% pisang memiliki notasi yang sama atas tingkat kepuasan panelis terhadap *overall* (panelis kurang puas terhadap *overall*). Tingkat kepuasan *overall* pada panelis didasarkan pada semua atribut pada sensoris yang dirasakan panelis yaitu warna, rasa, aroma dan tekstur sehingga, komposisi 70% apel : 30% pisang memiliki komposisi yang sesuai yang disukai panelis yang dapat mempengaruhi nilai *overall* dari *fruit leather* apel. Kandungan zat volatil pada bahan makanan mampu memberikan aroma yang khas. Komposisi kimia yang terkandung dalam bahan pangan merupakan hal terpenting, dimana menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi cita rasa, tekstur dan aroma spesifik pada makanan yang tidak dapat digantikan oleh komponen lainnya (Rivatnen, 2013).

5.3 Perlakuan Terpilih Tahap I

Penentuan perlakuan terpilih menggunakan metode *multiple attribute* (Zeleny, 1982). Perlakuan terpilih diperoleh dari hasil uji fisik, kimia dan sensoris terhadap Apel *Fruit Leather* meliputi Uji *Tekstur Profile Analysis* (TPA), kuat tarik, Elongasi, warna, kadar air, kadar pektin dan kadar pati serta 11 atribut sensoris dan tingkat kepuasan konsumen. Hasil penentuan perlakuan terpilih disajikan pada Tabel 32 (Lampiran 9).

Tabel 32. Penentuan Perlakuan Terpilih Tahap I

Formulasi Fruit Leather (Apel : Pisang)	L1	L2	Lmax	Total	Rangking
100% Apel	0,7981	0,2009	0,0032	1,0022	3
85% Apel : 15% Pisang	0,8336	0,1664	0,0016	1,0016	2
70% Apel : 30% Pisang	0,8725	0,1189	0,0026	0,9940	1
55% Apel : 45% Pisang	0,8102	0,1898	0,0026	1,0026	4

Keterangan: pemilihan perlakuan terpilih berdasarkan jumlah total terkecil

Berdasarkan Tabel 32 perlakuan terbaik adalah *fruit leather* apel dengan komposisi perlakuan 70% apel : 30% pisang. Perlakuan terbaik pada tahap ini memiliki tingkat kekerasan (*hardness*) 514,33 g, kekompakan (*cohesiveness*) 1,741, kelengketan (*adhesiveness*) 0,27 mJ, elastisitas (*Springiness*) 2,42 mm, Memiliki rasa manis kuat, sedikit rasa asam, sedikit rasa pahit, aroma apel yang kuat, sedikit aroma pisang, sedikit aroma manis, tekstur yang keras dan lengket, sedikit elastis, serta warna kuning yang kuat dan sedikit warna coklat. *Fruit leather* perlakuan terbaik memiliki tingkat kepuasan hampir mendekati puas dari rasa (8,8), aroma (6,5), tekstur (5,9), warna (7,9) dan *overall* (8,2).

5.4 Karakteristik Fisikokimia Apel *Fruit Leather* dari Terbaik Tahap I (70% Apel : 30% Pisang) dengan Penambahan Penstabil Gum Arab dengan Berbagai Konsentrasi

5.4.1 Kadar Air (%)

Hasil analisa ragam menunjukkan bahwa perlakuan penambahan konsentrasi gum arab memberikan pengaruh yang nyata ($p\text{-value} < 0.05$) terhadap nilai kadar air produk *fruit leather* apel (Lampiran 10a). Nilai Rerata kadar air penambahan konsentrasi gum arab yaitu $15,555 \pm 0,384 - 19,347 \pm 0,370$ (% bb). Nilai rerata kadar air dengan penambahan gum arab dapat disajikan pada Tabel 33.

Tabel 33. Kadar Air (%) *Fruit Leather* Apel (70% Apel : 30% Pisang) dengan Penambahan Penambahan Gum Arab

Konsentrasi Penstabil	Rerata Nilai Kadar air (%bb)	Grouping	Tukey
Gum Arab 0%	$15,555 \pm 0,384$	b	
Gum Arab 0,75%	$16,091 \pm 0,480$	b	
Gum Arab 1,5%	$16,262 \pm 0,246$	b	1,126
Gum Arab 2,25%	$18,258 \pm 0,551$	a	
Gum Arab 3%	$19,347 \pm 0,370$	a	

Keterangan : - Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata (ANNOVA dilanjutkan dengan Tukey, $\alpha = 0,05$).

Pada Tabel 33 terjadi peningkatan kadar air seiring dengan bertambahnya konsentrasi gum arab yang diberikan. Hal ini diduga karena adanya penambahan gum arab sebagai bahan penstabil yang dapat mengikat air sehingga

mempertahankan kadar air bahan. Hal ini juga sesuai dengan pernyataan Almuset *et al.*, (2012) bahwa penambahan gum arab berfungsi sebagai pengikat air yang ada di dalam bahan produk pangan serta berperan sebagai penstabil atau pengental dalam bahan. Gum arab mempunyai gugus arabinogalactan protein (AGP) dan glikoprotein (GP) yang berperan sebagai pengemulsi atau pengental (Setyawan, 2007). Protein terdiri dari gugus amino dan gugus hidroksil yang bersifat hidrofilik. Gugus hidrofilik inilah yang dapat membentuk ikatan hidrogen dengan satu atau lebih molekul air, sehingga mampu menyerap air dan menahannya dalam struktur molekul (Winarno, 2008). Hal ini juga sesuai dengan pernyataan Widyaningtyas dan Susanto (2014) bahwa perbedaan kadar air dikarenakan penambahan hidrokoloid yang dapat meningkatkan kadar air. Semakin tinggi konsentrasi hidrokoloid maka air yang terikat dalam jaringan hidrokoloid lebih banyak. Air yang terukur sebagai kadar air adalah air bebas dan air teradsorpsi dimana air teradsorpsi ini merupakan air yang terikat dalam jaringan hidrokoloid (Putri dkk, 2013).

5.4.2 Kadar Pektin (%)

Hasil analisa ragam menunjukkan bahwa perlakuan penambahan konsentrasi gum arab memberikan pengaruh yang nyata ($p\text{-value} < 0.05$) terhadap nilai kadar pektin (%) produk *fruit leather* apel (Lampiran 10b). Nilai Rerata kadar pektin (%) penambahan konsentrasi gum arab yaitu $5,361 \pm 0,270 - 8,625 \pm 0,160$ (%). Nilai rerata kadar pektin (%) dengan penambahan gum arab dapat disajikan pada Tabel 34.

Tabel 34. Kadar Pektin (%) *Fruit Leather* Apel (70% Apel : 30% Pisang) dengan Penambahan Penambahan Gum Arab

Konsentrasi Penstabil	Rerata Nilai Pektin (%)	Grouping Tukey
Gum Arab 0%	$5,361 \pm 0,270$	d
Gum Arab 0,75%	$6,057 \pm 0,397$	c
Gum Arab 1,5%	$7,410 \pm 0,065$	b
Gum Arab 2,25%	$8,072 \pm 0,251$	a b
Gum Arab 3%	$8,625 \pm 0,160$	a

Keterangan : - Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata (ANNOVA dilanjutkan dengan Tukey, $\alpha = 0,05$).

Hasil analisa kadar pektin menyatakan bahwa penambahan konsentrasi gum arab pada perlakuan pembuatan *fruit leather* apel memberikan dampak kenaikan pada kadar pektin yang dianalisa. Hal ini diduga karena saat pemisahan komponen dengan etanol, gum arab juga memiliki karakteristik sifat menggumpal yang sama seperti pektin, sehingga saat dilakukan pemisahan senyawa pektin,

komposisi gum arab terkoagulasi yang terbaca dengan senyawa pektin memberikan dampak peningkatan nilai kadar pektin bahan. Ekstraksi merupakan proses pemisahan suatu bahan dari campurannya. Ekstraksi menggunakan pelarut didasarkan pada kelarutan komponen terhadap komponen lain dalam campuran (Ryan, 2011). Penambahan etanol dapat mendehidrasi pektin dan hidrokoloid sehingga mengganggu stabilitas larutan koloidalnya, dan akibatnya pektin dan komponen hidrokoloid akan terkoagulasi (Rouse, 1977).

Pektin terdiri dari monomer asam galakturonat yang berbentuk suatu rantai molekul panjang. Rantai utama ini diselingi oleh kelompok rhamnosa dengan rantai cabang menyusun gula netral (arabinosa, galaktosa). Kelompok karboksil (kelompok asam) dari asam galakturonat dapat diesterifikasi atau diamidasi (IPPA, 2002). Selain asam D-galakturonat sebagai komponen utama, pektin juga memiliki D-galaktosa, L-arabinosa, dan L-rhamnosa dalam jumlah yang bervariasi. Komposisi kimia pektin sangat bervariasi tergantung pada sumber dan kondisi yang dipakai dalam isolasinya (Willats *et al.*, 2006). Gum arab pada dasarnya merupakan serangkaian satuan-satuan D-galaktosa, L-arabinosa, asam D-galakturonat dan L-rhamnosa. Berat molekulnya antara 250.000-1.000.000. Gum arab jauh lebih mudah larut dalam air dibanding hidrokoloid lainnya (Tranggono dkk, 1991). Pektin lebih utama distabilkan oleh hidrasi partikelnya daripada oleh muatannya. Pektin adalah koloid hidrofilik yang bermuatan negatif (dari gugus karboksil bebas yang terionisasi) dan tidak mempunyai titik isoelektrik seperti kebanyakan koloidal hidrofilik (Rouse, 1977).

5.4.3 Kadar Pati (%)

Hasil analisa ragam (Lampiran 10c) menunjukkan bahwa perlakuan penambahan konsentrasi gum arab tidak memberikan pengaruh yang nyata (p -value > 0,05) terhadap kadar pati (%) *fruit leather* apel (70% apel : 30% pisang). Rerata nilai kadar pati (%) apel *fruit leather* adalah $6,106 \pm 0,654 - 6,626 \pm 0,545$. Gum arab dihasilkan dari bermacam-macam pohon *Acacia sp.* Di Sudan dan Senegal. Gum arab pada dasarnya merupakan serangkaian satuan-satuan D-galaktosa, L-arabinosa, asam D-galakturonat dan L-rhamnosa. Berat molekulnya antara 250.000-1000.000. gum arab jauh lebih mudah larut dalam air dibandingkan hidrokoloid lainnya.

Pada olahan pangan yang banyak mengandung gula, gum arab digunakan untuk mendorong pembentukan emulsi lemak yang mantap dan mencegah

kristalisasi gula (Tranggono dkk, 1991). Pati adalah karbohidrat kompleks utama yang tidak larut dalam air, yang berasal dari tanaman atau buah-buahan, bersifat tawar dan tidak berbau (Wibowo dkk, 2008). Dari beberapa penjelasan itulah, pada analisa kadar pati diduga penambahan konsentrasi gum arab dalam pembuatan *fruit leather* apel tidak memberikan pengaruh nyata terhadap nilai kadar pati (%)

5.4.4 Tingkat Kekerasan (*Hardness*)

Kekerasan (*Hardness*) merupakan salah satu parameter yang penting dalam tekstur makanan (Oktoratribuana, 2015). Hasil analisa ragam menunjukkan perlakuan penambahan konsentrasi gum arab pada pembuatan *fruit leather* apel menunjukkan pengaruh yang nyata ($p\text{-value} < 0.05$) terhadap nilai kekerasan produk *fruit leather* apel (Lampiran 11a). Rerata nilai kekerasan (*Hardness*) produk *fruit leather* apel dengan penambahan pisang adalah $292,10 \pm 40,16 - 523,13 \pm 49,05$ g. Perbedaan nilai kekerasan produk *fruit leather* apel dapat dilihat pada Tabel 35.

Tabel 35. Tingkat Kekerasan (*Hardness*) *Fruit Leather* Apel (70% Apel : 30% Pisang) dengan Penambahan Bahan Penstabil Gum Arab

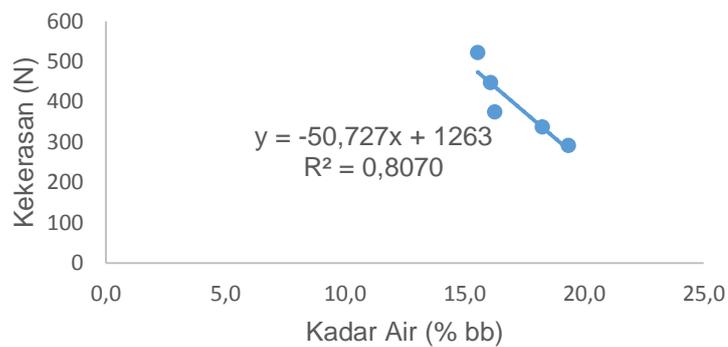
Penstabil	Rerata Nilai Kekerasan (<i>Hardness</i>) (g)	Grouping	Tukey
Gum Arab 0%	523,13 ± 49,05	a	
Gum Arab 0,75%	448,50 ± 37,56	a b	
Gum Arab 1,5%	375,43 ± 55,73	b c	128,25
Gum Arab 2,25%	338,23 ± 53,62	b c	
Gum Arab 3%	292,10 ± 40,16	c	

Keterangan : - Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata (ANNOVA dilanjutkan dengan Tukey, $\alpha = 0,05$).

Tabel 35 menunjukkan bahwa penambahan bahan penstabil gum arab dengan berbagai konsentrasi memberikan pengaruh yang nyata terhadap tingkat kekerasan *fruit leather* apel. Pemberian konsentrasi gum arab pada pembuatan *fruit leather* yang semakin tinggi maka dapat membuat tingkat kekerasan (*hardness*) dari *fruit leather* apel semakin menurun. Hal ini terkait dengan sifat gum arab yang hidrofilik. Gum arab merupakan jenis zat penstabil yang mampu mengikat sejumlah air pada bahan. Hal ini didukung oleh pernyataan Setyawan (2007) yang menyatakan bahwa gum arab berfungsi sebagai penstabil yang mampu mengikat air dan protein sampai batas tertentu.

Gum arab tersusun atas protein yang terikat kovalen dalam komponen penyusun makromolekul. Protein memiliki gugus amino dan hidroksil yang bersifat hidrofilik, gugus ini dapat membentuk ikatan hidrogen dengan satu atau lebih molekul air sehingga mampu menyerap air dan menahannya dalam struktur

molekul dan terbentuk koloid dengan struktur gel (Winarno, 2008). Semakin tinggi pemberian konsentrasi gum arab maka semakin besar air yang terperangkap pada bahan yang dapat menyebabkan penurunan tingkat kekerasan dari produk. Hal ini didukung oleh pernyataan Susanti dkk, (2016) bahwa pada kadar air yang semakin rendah, tekstur *fruit leather* akan menjadi semakin keras, kering dan terjadi perubahan warna menjadi merah tua.



Gambar 16. Grafik Korelasi Antara Kadar Air (% bb) dan Tingkat Kekerasan (N) Penambahan Konsentrasi Gum Arab pada *Fruit Leather* Apel.

Gambar 16 menunjukkan nilai korelasi antara kadar air (% bb) dan tingkat kekerasan (N) *fruit leather* apel dengan persamaan regresi $y = -50,727x + 1263$ dan nilai determinasi 0,8070. Nilai koefisien determinasi yang diperoleh menunjukkan bahwa tingginya nilai kadar air (% bb) pada *fruit leather* akan menurunkan nilai tingkat kekerasan (N) sebesar 80,70%. Perlakuan penambahan konsentrasi gum arab pada pembuatan *fruit leather* apel akan menaikkan nilai kadar air (% bb) dan hal tersebut berdampak pada penurunan nilai tingkat kekerasan (N) *fruit leather* apel.

5.4.5 Tingkat Kekompakan (*Cohesiveness*)

Cohesiveness merupakan daya penahanan yang dilakukan suatu bahan terhadap deformasi sebelum hancur. Nilai *cohesiveness* dihitung dari luasan kurva hasil analisis *texture profile analyzer* pada tekanan kedua (A2) dibagi dengan luasan dibawah kurva pada tekanan pertama (A1). Nilai Rerata kekompakan (*Cohesiveness*) pengaruh penambahan konsentrasi penstabil gum arab adalah $0,62 \pm 0,29 - 1,74 \pm 0,26$. Hasil analisa ragam menunjukkan perlakuan penambahan konsentrasi gum arab pada pembuatan *fruit leather* apel menunjukkan pengaruh yang nyata ($p\text{-value} < 0,05$) terhadap nilai kekompakan

produk *fruit leather* apel (Lampiran 11b). Perbedaan rerata kekompakan (*Cohesiveness*) dapat dilihat pada Tabel 36.

Tabel 36. Tingkat Kekompakan (*Cohesiveness*) *Fruit Leather* Apel (70% Apel : 30% Pisang) dengan Penambahan Bahan Penstabil Gum Arab

Penstabil	Rerata Nilai Kekompakan (<i>Cohesiveness</i>)	Grouping	Tukey
Gum Arab 0%	1,74 ± 0,26	a	0,927
Gum Arab 0,75%	1,48 ± 0,41	a b	
Gum Arab 1,5%	1,34 ± 0,46	a b	
Gum Arab 2,25%	0,98 ± 0,27	a b	
Gum Arab 3%	0,62 ± 0,29	b	

Keterangan : - Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata (ANNOVA dilanjutkan dengan Tukey, $\alpha = 0,05$).

Pada Tabel 36 menunjukkan bahwa semakin banyak konsentrasi gum arab yang ditambahkan, maka kekompakan semakin menurun. Terjadi penurunan nilai kekerasan *fruit leather* apel saat penambahan konsentrasi gum arab yang selaras dengan penurunan nilai kekompakan. Menurut Wulandari (2011), kekompakan (*cohesiveness*) merupakan indikasi dari kekuatan ikatan internal yang membentuk makanan. Kekompakan menunjukkan kekuatan internal yang membentuk suatu bahan pangan atau menunjukkan hubungan antara kekuatan atau kekompakan bahan yang saling berinteraksi sehingga semakin kecil nilai kekerasan seiring dengan penambahan konsentrasi gum arab maka semakin kecil nilai kekompakan *fruit leather* apel. Azhar (2017) berpendapat bahwa semakin tinggi nilai kekerasan yang diperoleh menunjukkan bahwa semakin padu atau kompak produk tersebut.

5.4.6 Tingkat Kelengketan (*Adhesiveness*)

Hasil analisa ragam menunjukkan perlakuan konsentrasi penstabil gum arab berpengaruh nyata ($p\text{-value} < 0.05$) terhadap nilai kelengketan pada *fruit leather* apel (Lampiran 11c). Perbedaan kelengketan produk *fruit leather* dapat dilihat pada Tabel 37.

Tabel 37. Tingkat Kelengketan (*Adhesiveness*) *Fruit Leather* Apel (70% Apel : 30% Pisang) dengan Penambahan Bahan Penstabil Gum Arab

Penstabil	Rerata Nilai Kelengketan (<i>Adhesiveness</i>) (mJ)	Grouping	Tukey
Gum Arab 0%	0,01 ± 0,00	e	0,054
Gum Arab 0,75%	0,13 ± 0,02	d	
Gum Arab 1,5%	0,23 ± 0,03	c	
Gum Arab 2,25%	0,51 ± 0,02	b	
Gum Arab 3%	0,65 ± 0,03	a	

Keterangan : - Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata (ANNOVA dilanjutkan dengan Tukey, $\alpha = 0,05$).

Pada Tabel 37 menunjukkan bahwa semakin banyak perlakuan penambahan gum arab maka meningkatkan nilai kelengketan dari produk *fruit leather* apel. Diduga pembentukan gel pada gum arab dipengaruhi oleh adanya fraksi arabinogalaktan protein, arabinogalaktan dan glikoprotein yang terdapat pada gum arab. Fraksi arabinogalaktan protein, arabinogalaktan dan glikoprotein akan bergabung dengan adanya panas selama pemasakan sehingga berat molekul akan meningkat dan terjadi pengikatan air sehingga membentuk gel (Gulrez, 2011). Pembentukan tekstur *fruit leather* juga tergantung dari derajat keasaman campuran bahan yaitu pada nilai pH tertentu yang diperlukan (Lubis, 2014). pH pembentukan gel optimum pada pH 4-7. Bila pH terlalu tinggi, pembentukan gel makin cepat tercapai tetapi cepat turun lagi, sedangkan bila pH terlalu rendah terbentuknya gel lambat dan bila pemanasan diteruskan, viskositasnya akan turun lagi. Pada pH 4-7 kecepatan pembentukan gel lebih lambat dari pada pH 10, tapi bila pemanasan diteruskan, viskositas tidak berubah. (Asmuri, 2008). Kelengketan (juga disebut adhesi sensitif tekanan atau taktik) bisa digambarkan sebagai kekuatan adhesi antara dua bahan yang berbeda yang bersentuhan satu sama lain di bawah tekanan ringan (Hoseney and Smewing, 1999).

5.4.7 Tingkat Elastisitas (*Springiness*)

Pengukuran nilai elastisitas (*springiness*) bertujuan untuk menentukan seberapa produk dapat kembali ke kondisi awal setelah diberi tekanan pertama kali (Szczeniak, 2002). Hasil analisa ragam menunjukkan perlakuan konsentrasi penstabil gum arab berpengaruh nyata ($p\text{-value} < 0.05$) terhadap nilai elastisitas pada *fruit leather* apel (Lampiran 11d). Rerata nilai elastisitas produk *fruit leather* apel dapat dilihat pada Tabel 38.

Tabel 38. Tingkat Elastisitas (*Springiness*) *Fruit Leather* Apel (70% Apel : 30% Pisang) dengan Penambahan Bahan Penstabil Gum Arab

Penstabil	Rerata Nilai Elastisitas (<i>Springiness</i>) (mm)	Grouping	Tukey
Gum Arab 0%	2,43 ± 0,30	c	0,907
Gum Arab 0,75%	2,95 ± 0,35	b c	
Gum Arab 1,5%	3,43 ± 0,43	b	
Gum Arab 2,25%	3,69 ± 0,28	a b	
Gum Arab 3%	4,51 ± 0,31	a	

Keterangan : - Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata (ANNOVA dilanjutkan dengan Tukey, $\alpha = 0,05$).

Pada Tabel 38 terlihat bahwa semakin banyak perlakuan penambahan gum arab maka meningkatkan nilai elastisitas dari produk *fruit leather* apel. Gum arab dapat meningkatkan stabilitas dengan peningkatan viskositas pada bahan. Semakin banyak gum arab yang diberikan, maka semakin besar viskositas bahan tersebut. Hal ini juga sesuai dengan pernyataan Imeson (2010), bahwa viskositas akan meningkat sebanding dengan peningkatan konsentrasi. Viskositas pada bahan akan mempengaruhi daya elastisitas pada *fruit leather* apel. Sehingga penambahan konsentrasi gum arab akan menaikkan nilai elastisitas *fruit leather* apel. Selain viskositas, kandungan air ada bahan saat penguapan (pengeringan) juga mempengaruhi elastisitas bahan. Proses ini berkaitan dengan kemampuan menahan uap air dari bahan sehingga terbentuk tekstur yang plastis (Astuti dkk, 2016) sehingga, dalam hal ini penambahan konsentrasi gum arab dapat meningkatkan nilai elastisitas *fruit leather* apel.

5.4.8 Warna *Fruit Leather* Apel

Warna produk pangan sangat menentukan penerimaan atau penolakan konsumen terhadap produk tersebut (Winarno, 2008). Penentuan mutu bahan makanan pada umumnya sangat bergantung pada beberapa faktor diantaranya citarasa, warna, tekstur, dan nilai gizinya (Fitantri, 2013). Warna suatu bahan dipengaruhi oleh adanya cahaya yang diserap dan dipantulkan dari bahan itu sendiri dan juga ditentukan oleh faktor tiga dimensi yaitu warna produk, kecerahan dan kejelasan warna produk (Fitantri, 2013). Pada Lampiran 12a, 12b dan 12c menunjukkan bahwa warna pada *fruit leather* apel (L^* , a^* dan b^*) tidak berbeda nyata ($p\text{-value} > 0,05$).

Rerata nilai kecerahan (L^*) pada perlakuan penambahan konsentrasi gum arab adalah $44,9 \pm 0,8 - 48,5 \pm 1,3$. Rerata nilai kemerahan (a^*) pada perlakuan penambahan konsentrasi gum arab adalah $4,2 \pm 0,2 - 5,1 \pm 0,7$, sedangkan untuk warna kekuningan (b^*) rerata nilai penambahan konsentrasi gum arab adalah $26,0 \pm 1,5 - 27,3 \pm 0,9$. Hal ini karena bahan penstabil gum arab tidak memiliki warna sehingga penambahan gum arab dengan berbagai konsentrasi tidak mempengaruhi warna *fruit leather* apel. Menurut Septiana (2011), Gum arab tidak memiliki warna, rasa dapat digunakan memperbaiki kekentalan atau viskositas, tekstur dalam bentuk makanan.

5.4.9 Tingkat Kuat Tarik (*Tensile Strength*)

Kuat tarik dihitung berdasarkan gaya (F_{max}) yang dibutuhkan untuk merenggangkan *fruit leather* hingga terputus (Astuti dkk, 2015). Dalam hal ini besarnya gaya tarik yang diberikan *fruit leather* apel hingga *fruit leather* apel terputus. Hasil analisa ragam menunjukkan perlakuan konsentrasi penstabil gum arab berpengaruh nyata ($p\text{-value} < 0.05$) terhadap kuat tarik (*tensile strength*) pada apel *fruit leather* (Lampiran 13a). Rerata nilai kuat tarik produk *fruit leather* apel dapat dilihat pada Tabel 39.

Tabel 39. Tingkat Kuat Tarik *Fruit Leather* Apel (70% Apel : 30% Pisang) dengan Penambahan Bahan Penstabil Gum Arab

Penstabil	Rerata Nilai Kuat Tarik (N)	Grouping	Tukey
Gum Arab 0%	5,93 ± 0,12	a	
Gum Arab 0,75%	5,07 ± 0,76	a b	
Gum Arab 1,5%	4,47 ± 0,59	b c	1,269
Gum Arab 2,25%	3,37 ± 0,40	c	
Gum Arab 3%	1,77 ± 0,15	d	

Keterangan : - Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata (ANNOVA dilanjutkan dengan Tukey, $\alpha = 0,05$).

Nilai kuat tarik menunjukkan besarnya gaya yang diperlukan untuk mencapai tarikan maksimal pada setiap satuan luas produk (Krochta, 2002). Dari Tabel 39 menunjukkan bahwa terjadi penurunan nilai kuat tarik seiring dengan bertambahnya konsentrasi gum arab. Menurut Astuti dkk (2016), elastisitas yang terbentuk oleh adanya senyawa hidrokoloid memiliki sifat yang baik. Adanya kandungan air yang terjebak dalam bahan seiring bertambahnya konsentrasi gum arab yang diberikan, membuat tekstur dari produk lebih mudah lepas antar ikatan seiring dengan gaya kuat tarik yang diberikan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Widyaningtyas dan Susanto (2014) bahwa perbedaan kadar air dikarenakan penambahan hidrokoloid yang dapat meningkatkan kadar air. Semakin tinggi konsentrasi hidrokoloid maka air yang terikat dalam jaringan hidrokoloid lebih banyak.

5.4.10 Tingkat Perpanjangan (*Elongasi*)

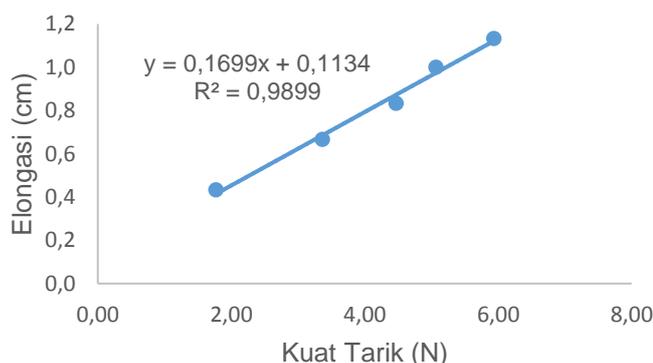
Perpanjangan (*elongasi*) menunjukkan seberapa besar kemampuan *fruit leather* apel bertambah panjang setelah diberi gaya tarik (Marzelly dkk, 2017). Hasil analisa ragam menunjukkan perlakuan konsentrasi penstabil gum arab berpengaruh nyata ($p\text{-value} < 0.05$) terhadap perpanjangan (*elongasi*) pada *fruit leather* apel (Lampiran 13b). Rerata nilai perpanjangan (*elongasi*) produk *fruit leather* apel dapat dilihat pada Tabel 40.

Tabel 40. Tingkat Perpanjangan (*Elongasi*) *Fruit Leather* Apel (70% Apel : 30% Pisang) dengan Penambahan Bahan Penstabil Gum Arab

Penstabil	Rerata Nilai Perpanjangan (<i>Elongasi</i>) (cm)	Grouping	Tukey
Gum Arab 0%	1,13 ± 0,15	a	
Gum Arab 0,75%	1,00 ± 0,20	a b	
Gum Arab 1,5%	0,83 ± 0,15	a b	0,366
Gum Arab 2,25%	0,67 ± 0,06	b c	
Gum Arab 3%	0,43 ± 0,06	c	

Keterangan : - Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata (ANNOVA dilanjutkan dengan Tukey, $\alpha = 0,05$).

Pada Tabel 40 terlihat penurunan nilai rerata perpanjangan (*elongasi*) seiring dengan bertambahnya konsentrasi gum arab. Hal ini berbanding lurus dengan nilai kuat tarik, semakin kecil nilai kuat tarik seiring bertambahnya konsentrasi gum arab yang diberikan maka semakin kecil nilai perpanjangan (*elongasi*) yang dihasilkan. *Fruit leather* yang memiliki kekerasan atau kekuatan tarik tinggi memiliki ketahanan terhadap gaya tarik yang lebih baik sehingga tidak mudah putus atau robek (Marzelly dkk, 2017). Gel Hidrokolloid terjadi karena pembentukan jala atau jaringan tiga dimensi oleh molekul primer yang terentang pada seluruh volume gel yang terbentuk dengan merangkap sejumlah air didalamnya (Fardiaz, 1989). Sifat perpanjangan (*elongasi*) dipengaruhi oleh jenis bahan penyusun serta jenis bahan pembentuk gel yang ditambahkan (Anita dkk, 2013)



Gambar 17. Grafik Korelasi Antara Kuat Tarik (N) dan Perpanjangan (Elongasi) (cm) penambahan konsentrasi gum arab pada *Fruit Leather* Apel.

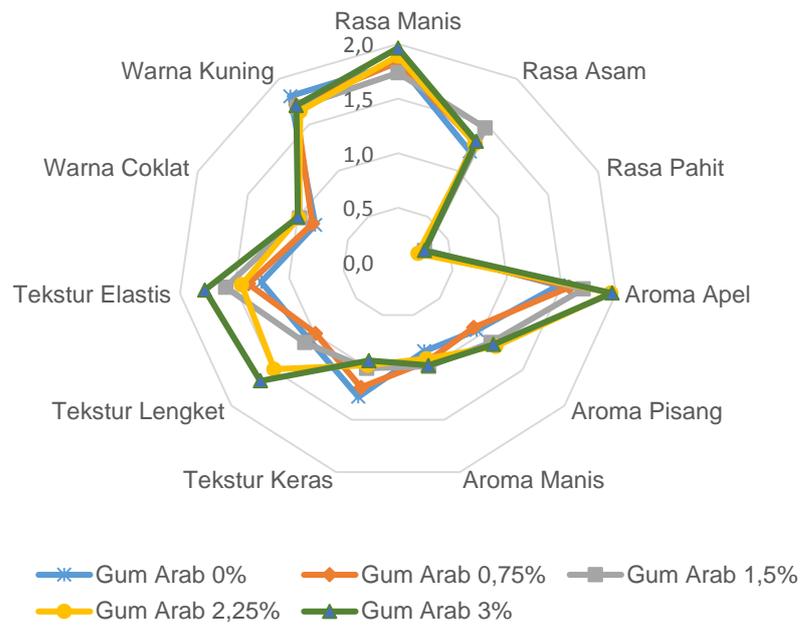
Gambar 17 menunjukkan nilai korelasi antara kuat tarik (N) dan perpanjangan (*elongasi*) (cm) *fruit leather* apel dengan persamaan regresi $y = 0,1699x + 0,1134$ dan nilai determinasi 0,9899. Nilai koefisien determinasi yang diperoleh menunjukkan bahwa rendahnya nilai kuat tarik (N) pada *fruit leather*

akan menurunkan nilai perpanjangan (elongasi) sebesar 98,99%. Perlakuan penambahan pisang candi pada pembuatan *fruit leather* apel akan menurunkan nilai kuat tarik produk dan hal tersebut juga akan menurunkan nilai perpanjangan (elongasi) *fruit leather* apel.

5.4.11 Karakteristik Sensoris *Fruit Leather* Apel (70% Apel : 30% Pisang) dengan Penambahan Konsentrasi Gum Arab

5.4.11.1 Profiling Atribut Sensoris *Fruit Leather* Apel

Pengukuran intensitas atribut sensori dilakukan dengan metode *Rate All That Apply* (RATA). Metode ini bersifat kuantitatif dan memberikan kesempatan kepada panelis untuk menggambarkan seberapa besar intensitas rasa dari atribut suatu produk yang mereka rasakan. Lima jenis sampel yaitu *fruit leather* apel dengan berbagai kombinasi perlakuan penambahan gum arab (0%; 0,75%; 1,5%; 2,25% dan 3%) diuji intensitas atributnya menggunakan *General Linier Model* (GLM). Diperoleh hasil, terdapat 11 atribut sensoris yang diujikan. Dari data tersebut menunjukkan bahwa diantara kelima sampel *fruit leather* terdapat 5 atribut sensoris dengan $p\text{-value} < 0,05$ ini menunjukkan bahwa atribut sensoris tersebut cenderung berbeda nyata, sedangkan terdapat 6 atribut sensoris yang cenderung tidak berbeda nyata ($p\text{-value} > 0,05$). Atribut sensoris yang dinyatakan cenderung tidak berbeda nyata yaitu: rasa apel, rasa pisang, rasa pahit, aroma manis, warna coklat dan warna kuning (Lampiran 14c). Gambar 18 merupakan *spinder chart* yang diperoleh dari rata-rata intensitas atribut sensoris kelima sampel *fruit leather* apel dengan skala 1=lemah, 2=sedang, dan 3=kuat.



Gambar 18. Spinder Chart Atribut Sensoris Kelima Sampel *Fruit Leather* dengan Penambahan Bahan Penstabil Gum Arab

Pada Gambar 18 menunjukkan bahwa perlakuan penambahan penstabil gum arab pada pembuatan *fruit leather* dengan konsentrasi (0%; 0,75%; 1,5%; 2,25% dan 3%) dievaluasi memiliki 11 atribut sensoris seperti rasa manis, rasa asam, rasa pahit, aroma apel, aroma pisang, aroma manis, tekstur keras, tekstur lengket, tekstur elastis, warna coklat dan warna kuning. Atribut ini dinilai panelis sesuai dengan yang dideteksi pada kelima sampel *fruit leather*. Atribut yang diujikan didapat dari hasil studi literatur yang berkaitan dengan *fruit leather*, selain itu dilakukan survei dengan cara wawancara mengenai preferensi produk *fruit leather* dari panelis. Nilai atribut sensoris diuji intensitasnya menggunakan *General Linier Model* (GLM).

5.4.11.2 Atribut Rasa Manis

Pada pembuatan *fruit leather* tahap 2 ini dilakukan penambahan bahan penstabil gum arab dengan berbagai konsentrasi. Dari data masing-masing perlakuan (Lampiran 14c) didapatkan panelis cenderung tidak dapat mendeteksi adanya beda nyata kelima perlakuan *fruit leather* apel ($p\text{-value} \geq 0,05$). Rerata nilai atribut rasa manis adalah 1,736 – 1,964. Hal ini karena gum arab memiliki sifat tidak berasa. Rasa manis biasa didefinisikan sebagai suatu rasa yang dapat menghasilkan sensasi menyenangkan (Yolanda, 2015). Perubahan kecil pada

struktur kimia dapat mengubah rasa dari manis menjadi pahit atau tidak berasa (Demam, 1997). Kebanyakan yang dapat memberikan rangsangan terhadap suatu rasa memiliki senyawa non volatil, molekul hidrofilik yang larut dalam saliva seperti glukosa yang dibutuhkan tubuh untuk sumber energi. Secara umum, rangsangan dengan konsentrasi paling tinggi semakin dapat dirasakan oleh panelis (Purves, 2001).

5.4.11.3 Atribut Rasa Asam

Pada atribut rasa asam yang tersaji pada Lampiran 14c panelis cenderung tidak dapat mendeteksi adanya beda nyata rasa asam terhadap kelima perlakuan *fruit leather* ($p\text{-value} > 0,05$). Rerata nilai atribut rasa asam adalah 1,209 – 1,464. Hal ini diduga karena komposisi bahan baku yang digunakan sama serta penambahan konsentrasi gum arab (memiliki sifat yang tidak berasa) sehingga panelis tidak dapat merasakan beda nyata antar perlakuan pada atribut rasa asam. Rasa asam secara alami dapat ditemukan pada buah dan vinegar (Choi, 2010). Rasa asam sebenarnya hanya berasal dari ion hidrogen (H^+), zat-zat yang dapat berionisasi dan melepaskan ion hidrogen dapat menghasilkan rasa asam (Mason and Nottingham, 2002). Menurut Wijaya (2013) rasa asam tidak hanya terdeteksi secara murni sebagai asam, tetapi juga rasa khas pada setiap asamnya seperti asam sitrat memberikan rasa sepat (*astringent*).

5.4.11.4 Atribut Rasa Pahit

Pada atribut rasa pahit yang tersaji pada Lampiran 14c menunjukkan bahwa panelis cenderung tidak dapat mendeteksi adanya beda nyata rasa pahit terhadap kelima perlakuan *fruit leather* apel ($p\text{-value} > 0,05$). Rerata nilai atribut rasa asam adalah 0,200 – 0,272. Seperti halnya atribut rasa manis dan asam, penambahan konsentrasi gum arab pada kelima perlakuan untuk atribut rasa pahit tidak dapat dibedakan oleh panelis. Hal ini karena sifat dari gum arab yang cenderung tidak memiliki rasa sehingga tidak merubah dari rasa bahan baku produk *fruit leather*. Menurut Zuhra (2006), rasa pahit dapat disebabkan oleh senyawa alkaloid seperti kafein, kuinon, senyawa fenol seperti naringin, garam-garam Mg, NH_4 , dan Ca tetapi, perubahan kecil pada struktur kimia dapat mengubah rasa dari manis menjadi pahit atau tidak berasa (Demam, 1997).

5.4.11.5 Atribut Aroma Apel

Pada atribut aroma apel, panelis dapat merasakan adanya beda nyata aroma apel ($p\text{-value} < 0,05$) pada produk *fruit leather*. Nilai rerata atribut aroma apel dapat dilihat pada Tabel 41.

Tabel 41. Nilai Rerata Atribut Aroma Apel pada *Fruit Leather* Apel

Konsentrasi Gum Arab	Rerata Nilai Atribut Aroma apel	Grouping
0%	1,473	b
0,75%	1,573	b
1,5%	1,700	ab
2,25%	1,964	a
3%	1,965	a

Keterangan : - Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata (ANNOVA dilanjutkan dengan Tukey, $\alpha = 0,05$).

Pada Tabel 41 menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi gum arab memberikan aroma apel yang kuat sehingga aroma apel dapat dideteksi oleh panelis. Hal ini terlihat dari panelis cenderung dapat membedakan adanya beda nyata aroma apel terhadap kelima perlakuan ($p\text{-value} < 0,05$). Penambahan gula dan gum arab dapat memperbaiki aroma yang dihasilkan. Hal ini karena konsentrasi gula dan gum arab semakin tinggi maka jaringan matriks yang terbentuk semakin kuat dan kokoh menyebabkan aroma apel terperangkap dan menghasilkan aroma apel yang khas. Menurut Tranggono dkk (1991), gum arab membentuk lapisan yang dapat melapisi partikel *flavor*, sehingga melindungi dari oksidasi, evaporasi dan absorpsi air dari udara. Senyawa ester memberikan aroma lezat terhadap apel, sedangkan pada senyawa terpenoid memberikan kesan atau aroma segar terhadap apel (Yahia, 2010).

5.4.11.6 Atribut Aroma Pisang

Pada data atribut aroma pisang, panelis cenderung dapat merasakan beda nyata ($p\text{-value} < 0,05$) aroma pisang pada produk *fruit leather* apel. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 42.

Tabel 42. Nilai Rerata Atribut Aroma Pisang *Fruit Leather* Apel

Konsentrasi Gum Arab	Rerata Nilai Atribut Aroma Pisang	Grouping
0%	0,9455	ab
0,75%	0,9091	b
1,5%	1,1182	a
2,25%	1,1727	a
3%	1,1455	a

Keterangan : - Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata (ANNOVA dilanjutkan dengan Tukey, $\alpha = 0,05$).

Pada Tabel 42 menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi gum arab memberikan aroma pisang yang kuat sehingga aroma pisang dapat dideteksi oleh panelis. Antarlina dkk, (2004) mengemukakan bahwa daging buah pisang mengandung komponen-komponen volatil yang dapat menimbulkan aroma khas buah pisang, sedangkan gum arab membentuk lapisan yang dapat melapisi partikel *flavor*, sehingga melindungi dari oksidasi, evaporasi dan absorpsi air dari

udara (Tranggono, 1991). Gum arab selain berfungsi sebagai bahan pengental, gum juga bersifat sebagai mikroenkapsulator. Gum arab memiliki sifat yang baik untuk mempertahankan aroma. Dalam penelitian Gliksman (1983), dikatakan apabila gum arab dapat melapisi senyawa aroma dari reaksi oksidasi, evaporasi, dan absorpsi air dari udara terbuka terutama untuk produk higroskopis.

5.4.11.7 Atribut Aroma Manis

Pada atribut aroma manis (Lampiran 14c) panelis cenderung tidak dapat mendeteksi adanya beda nyata rasa manis terhadap kelima perlakuan *fruit leather* ($p\text{-value} \geq 0,05$). Rerata nilai atribut aroma manis adalah 0,8455 – 0,9909. Hal ini berarti aroma manis tidak dapat dibedakan pada atribut ini. Gum arab tidak memiliki aroma sehingga aroma-aroma buah yang timbul dari *fruit leather* banyak disebabkan dari zat volatil buah itu sendiri sehingga diduga panelis tidak bisa merasakan aroma manis dari *fruit leather* tersebut. Timbul aroma atau bau karena zat bau tersebut bersifat volatile (mudah menguap), sedikit larut air dan lemak. Menurut Pino dan Yanet (2013) aroma khas pisang ditimbulkan dari komponen-komponen volatil. *Flavor* apel ini biasa digunakan sebagai identitas sehingga dapat dibedakan antara apel dan buah lainnya (Watada *et al*, 1980; Williams *et al*, 1997).

5.4.11.8 Atribut Tekstur Keras

Pada data atribut tekstur keras, panelis cenderung dapat merasakan beda nyata ($p\text{-value} < 0,05$) tekstur keras pada produk *fruit leather*. Nilai rerata atribut tekstur keras dapat dilihat pada Tabel 43.

Tabel 43. Nilai Rerata Atribut Tekstur Keras *Fruit Leather* Apel

Konsentrasi Gum Arab	Rerata Nilai Atribut Tekstur Keras	Grouping
0%	1,2818	a
0,75%	1,1909	ab
1,5%	1,0091	ab
2,25%	0,9818	ab
3%	0,9364	b

Keterangan : - Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata (ANNOVA dilanjutkan dengan Tukey, $\alpha = 0,05$).

Pada Tabel 43 menunjukkan bahwa semakin besar penambahan konsentrasi gum arab, panelis dapat merasakan tingkat kekerasan pada produk *fruit leather*. Penambahan gula pada *fruit leather* selain untuk pemanis juga untuk pembentuk tekstur, ketika terdapat pektin di dalam sebuah campuran air, gula akan mempengaruhi keseimbangan pektin dan air karena gula berfungsi sebagai *dehydrating agent* yang mengurangi air di permukaan pektin (Gardjito dan Sari, 2005) sehingga kemampuan mengikat air semakin meningkat yang disebabkan oleh semakin tinggi konsentrasi gum arab dan terjadi penurunan tingkat kekerasan

fruit leather. Hal inilah yang dirasakan oleh panelis saat penambahan konsentrasi gum arab yang semakin meningkat sehingga dapat menurunkan nilai tekstur keras pada produk yang dirasakan panelis saat uji sensoris. Uji sensoris merupakan suatu metode ilmiah yang digunakan untuk membangkitkan, mengukur, menganalisa dan menginterpretasikan kesan terhadap suatu produk sebagai suatu respon yang dirasakan dari hasil penglihatan, penciuman, sentuhan, pengecap dan pendengaran (Stone and Sidel, 2004).

5.4.11.9 Atribut Tekstur Lengket

Pada data atribut tekstur lengket, panelis cenderung dapat merasakan beda nyata ($p\text{-value} < 0,05$) tekstur lengket pada produk apel *fruit leather*. Nilai rerata atribut tekstur lengket dapat dilihat pada Tabel 44.

Tabel 44. Nilai Rerata Atribut Tekstur Lengket *Fruit Leather* Apel

Konsentrasi Gum Arab	Rerata Nilai Atribut Tekstur Lengket	Grouping
0%	1,0727	b
0,75%	0,9909	b
1,5%	1,1182	b
2,25%	1,4909	a
3%	1,6545	a

Keterangan : - Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata (ANNOVA dilanjutkan dengan Tukey, $\alpha = 0,05$).

Pada Tabel 44 menunjukkan bahwa perlakuan penambahan konsentrasi gum arab menunjukkan berbeda nyata ($p\text{-value} < 0,05$) terhadap tekstur lengket yang dapat dirasakan oleh panelis. Terjadi kenaikan atribut tekstur lengket yang dirasakan panelis seiring dengan bertambahnya konsentrasi gum arab pada perlakuan *fruit leather*. Penambahan gum arab mampu mengikat air pada bahan sehingga air pada bahan dapat dipertahankan yang dapat mempengaruhi tekstur. Menurut Widyaningtyas dan Susanto (2014) bahwa perbedaan kadar air dikarenakan penambahan hidrokoloid yang dapat meningkatkan kadar air. Hal ini didukung oleh pendapat Buckle *et al.*, (1989) bahwa air mempengaruhi tekstur bahan pangan, kadar air yang tinggi menyebabkan tingkat kekerasan semakin rendah/lunak, demikian sebaliknya, kadar air yang rendah menyebabkan tekstur bahan menjadi keras dengan menghasilkan tekstur yang kuat dan kompak. Tekstur lunak menyebabkan panelis bisa merasakan atribut tekstur lengket pada bahan.

5.4.11.11 Atribut Tekstur Elastis

Pada data atribut tekstur elastis, panelis cenderung dapat merasakan beda nyata ($p\text{-value} \leq 0,05$) tekstur elastis pada produk *fruit leather* apel. Nilai rerata atribut tekstur lengket dapat dilihat pada Tabel 45.

Tabel 45. Nilai Rerata Atribut Tekstur Elastis *Fruit Leather* Apel

Konsentrasi Gum Arab	Rerata Nilai Atribut Tekstur Elastis	Grouping
0%	1,255	c
0,75%	1,373	bc
1,5%	1,582	ab
2,25%	1,436	bc
3%	1,773	a

Keterangan : - Nilai rerata yang didampangi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata (ANNOVA dilanjutkan dengan Tukey, $\alpha = 0,05$).

Pada Tabel 45 menunjukkan pemberian konsentrasi gum arab semakin besar memberikan tekstur elastis yang dapat dirasakan panelis. Hal ini karena penambahan gum arab (hidrokoloid) dapat memberikan tekstur elastis pada produk *fruit leather* apel. Pada penelitian Astuti dkk, (2016) tentang pengaruh jenis zat penstabil dan konsentrasi zat penstabil terhadap mutu *fruit leather* campuran jambu biji merah dan sirsak mengemukakan bahwa konsentrasi zat penstabil berpengaruh pada semakin tinggi nilai skor tekstur *fruit leather* dikarenakan zat penstabil berperan sebagai pembentuk tekstur yang elastis pada *fruit leather*.

5.4.11.11 Atribut Warna Coklat

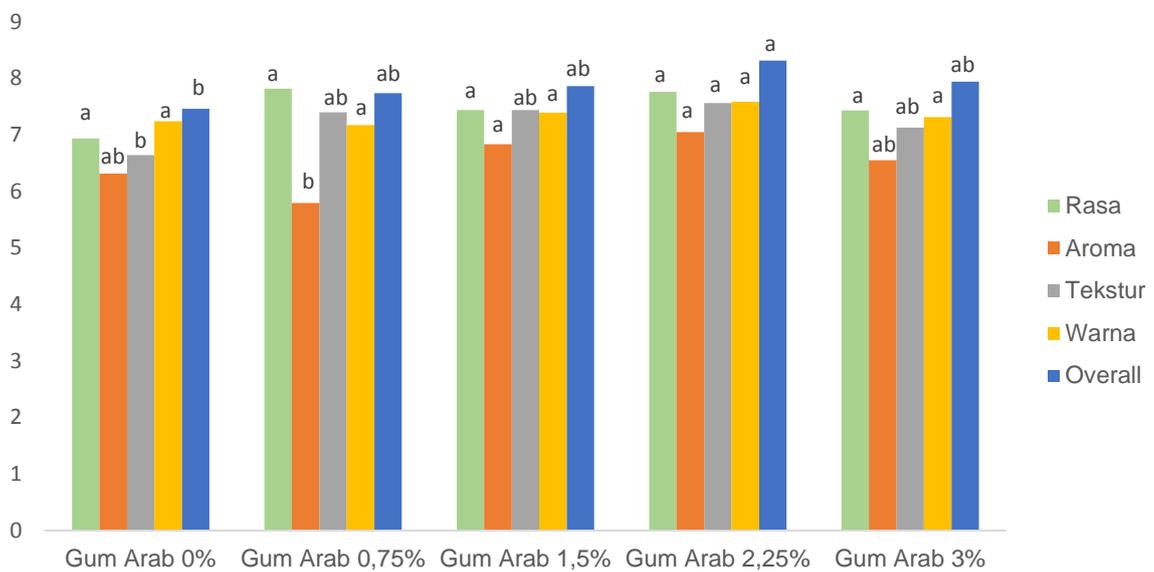
Pada atribut warna coklat (Lampiran 14c) panelis cenderung tidak dapat mendeteksi adanya beda nyata warna coklat terhadap kelima perlakuan *fruit leather* ($p\text{-value} > 0,05$). Rerata nilai atribut warna coklat adalah 0,827 – 1,000. Hal ini menandakan warna coklat tidak dapat dibedakan pada atribut ini. Hal ini sesuai dengan pernyataan Septiana (2011), bahwa gum arab tidak memiliki warna, rasa dapat digunakan memperbaiki kekentalan atau viskositas, tekstur dalam bentuk makanan. Selain itu gum arab dapat mempertahankan flavor, warna dan rasa dari bahan yang dikeringkan dengan pengering.

5.4.11.12 Atribut Warna Kuning

Pada atribut warna kuning (Lampiran 14c) panelis cenderung tidak dapat mendeteksi adanya beda nyata warna kuning terhadap kelima perlakuan *fruit leather* ($p\text{-value} \geq 0,05$). Rerata nilai atribut warna kuning adalah 1,645 – 1,809. Hal ini menandakan warna kuning tidak dapat dibedakan pada atribut ini. Gum arab tidak memiliki warna sehingga penambahan gum arab tidak merubah warna pada produk *fruit leather* apel. Warna kuning dihasilkan oleh penambahan pisang yang mengandung karotenoid. Nugraheni (2012), menambahkan bahwa karotenoid terdapat dalam buah pepaya, pisang, tomat, cabai merah, mangga, wortel, ubi jalar, labu kuning, jagung dan pada beberapa bunga yang berwarna kuning dan merah.

5.4.12 Tingkat Kepuasan Konsumen Terhadap *Fruit Leather* Apel

Kualitas suatu produk menjadi faktor penting yang mempengaruhi dalam kepuasan konsumen, dimana kualitas produk merupakan bentuk dengan nilai kepuasan yang kompleks (Hidayat, 2009). Irawan dan Japarianto (2013), menambahkan mutu produk dapat diterima lebih tinggi kepada konsumen apabila produk memiliki kualitas tinggi sesuai yang dipersepsikan. Pada Gambar 19 menunjukkan bahwa dari segi rasa, aroma, tekstur, warna dan *overall* pada kelima sampel dengan perlakuan penambahan konsentrasi bahan penstabil gum arab telah cukup memenuhi kepuasan konsumen, terlihat dengan adanya perbedaan yang signifikan (Lampiran 15b)



Gambar 19. Pengaruh Penambahan Konsentrasi Gum Arab dalam Pembuatan *Fruit Leather* Apel Terhadap Tingkat Kepuasan Panelis.

Dilihat dari segi rasa pada kelima perlakuan, terlihat perbedaan yang signifikan ($p\text{-value} < 0,05$). Hal ini membuktikan bahwa *fruit leather* apel kelima perlakuan telah memenuhi ekspektasi panelis terhadap produk *fruit leather* apel.

Tingkat Kepuasan Konsumen Terhadap Rasa *Fruit Leather* Apel

Pada tingkat kepuasan panelis terhadap rasa produk *fruit leather*, data menunjukkan untuk tingkat kepuasan panelis tidak berbeda nyata ($p\text{-value} > 0,05$). Rerata nilai kepuasan panelis terhadap rasa *fruit leather* apel adalah 6,935 – 7,816. Hal ini berarti panelis tidak dapat membedakan rasa pada produk (semua perlakuan dianggap memiliki tingkat rasa yang memuaskan). Rasa suatu produk melibatkan indra pengecap yaitu lidah. Rasa makanan dapat dikenali dan

dibedakan oleh kuncup-kuncup cecapan yang terletak pada papila yaitu bagian noda merah jingga pada lidah (Winarno, 1992). Setiap individu memiliki tingkat penerimaan yang berbeda. Hal tersebut mempengaruhi sensitivitas tiap individu. Rasa merupakan parameter penting dalam memilih makanan dan minuman, karena rasa merupakan atribut mutu yang dapat menentukan tingkat penerimaan konsumen terhadap suatu produk, dan memberikan selera sendiri bagi setiap individu.

Tabel 46. Tingkat Kepuasan Panelis Terhadap Aroma *Fruit Leather* Apel dengan Penambahan Gum Arab

Konsentrasi Gum Arab	Rerata Nilai Kepuasan Aroma	Grouping
0%	6,314	ab
0,75%	5,795	b
1,5%	6,832	a
2,25%	7,046	a
3%	6,548	ab

Keterangan : - Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata (ANNOVA dilanjutkan dengan Tukey, $\alpha = 0,05$).

Pada Tabel 46 penambahan konsentrasi gum arab memberikan pengaruh terhadap tingkat kepuasan aroma *fruit leather* apel. Hal ini terlihat adanya peningkatan kepuasan terhadap aroma seiring dengan penambahan konsentrasi gum arab yang diberikan. Perbedaan nilai kepuasan aroma dikarenakan penambahan hidrokoloid dapat mempengaruhi aroma dan cita rasa. Hal ini sesuai dengan pernyataan Winarno (2008) adanya perubahan tekstur atau viskositas bahan karena penambahan hidrokoloid dapat mengubah bau dan rasa.

Tabel 47. Tingkat Kepuasan Panelis Terhadap Tekstur *Fruit Leather* Apel dengan Penambahan Gum Arab

Konsentrasi Gum Arab	Rerata Nilai Kepuasan Tekstur	Grouping
0%	6,640	b
0,75%	7,398	ab
1,5%	7,435	ab
2,25%	7,562	a
3%	7,126	b

Keterangan : - Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata (ANNOVA dilanjutkan dengan Tukey, $\alpha = 0,05$).

Pada Tabel 47 penambahan konsentrasi gum arab memberikan pengaruh terhadap tingkat kepuasan tekstur *fruit leather* apel. Semakin banyak konsentrasi gum arab hingga 2,25% meningkatkan kepuasan tekstur panelis. Hal ini terkait dengan kekerasan dari produk. Terjadi penurunan kekerasan pada perlakuan penambahan konsentrasi gum arab yang berdampak pada kepuasan panelis. Hal ini karena panelis lebih puas pada *fruit leather* apel dengan tekstur yang lunak.

Pada konsentrasi gum arab 3%, tekstur produk yang dirasakan panelis cenderung lebih lunak/empuk sehingga menurunkan tingkat kepuasan panelis terhadap *fruit leather* apel. Menurut Winarti dalam Murdinah (2010), pada pembuatan *fruit leather* ada tidaknya bahan pengikat berpengaruh terhadap kualitas *fruit leather* yang dihasilkan, terutama tekstur dan kenampakan.

Tingkat Kepuasan Panelis Terhadap Warna Apel *Fruit Leather* dengan Penambahan Gum Arab

Pada tingkat kepuasan panelis terhadap warna produk *fruit leather*, data menunjukkan untuk tingkat warna tidak berbeda nyata ($p\text{-value} > 0,05$). Rerata nilai kepuasan panelis terhadap warna *fruit leather* apel adalah 7,581 – 7,170. Hal ini berarti panelis tidak dapat membedakan warna pada produk (semua perlakuan dianggap memiliki tingkat warna yang memuaskan). Penambahan konsentrasi gum arab tidak dapat merubah warna produk sehingga panelis tidak dapat membedakan setiap perlakuan konsentrasi. Menurut Septiana (2011), gum arab tidak memiliki warna, rasa dapat digunakan memperbaiki kekentalan atau viskositas, tekstur dalam bentuk makanan.

Tabel 48. Tingkat Kepuasan Panelis Terhadap *Overall* Apel *Fruit Leather* dengan Penambahan Gum Arab

Konsentrasi Gum Arab	Rerata Nilai Kepuasan <i>Overall</i>	<i>Grouping</i>
0%	7,459	b
0,75%	7,737	ab
1,5%	7,863	ab
2,25%	8,312	a
3%	7,937	ab

Keterangan : - Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata (ANNOVA dilanjutkan dengan Tukey, $\alpha = 0,05$).

Parameter tingkat kepuasan *overall* yang dimaksud dalam pengujian sensoris ini adalah keseluruhan *fruit leather* menurut panelis. Pada Tabel 48 terlihat penambahan konsentrasi gum arab memberikan tingkat kepuasan *overall* terhadap produk *fruit leather* apel. Hal ini karena pemberian gum arab dapat memberikan tekstur yang elastis dan dapat mempertahankan aroma dari produk.

Menurut Sari (2008), faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas *fruit leather* yang dihasilkan adalah jenis buah yang digunakan sebagai bahan baku, konsentrasi sukrosa yang ditambahkan, jenis bahan penstabil yang digunakan, suhu pengeringan dan waktu pengeringan.

5.5 Perlakuan Terpilih Tahap II

Penentuan perlakuan terpilih menggunakan metode *multiple attribute* (Zeleny, 1982). Perlakuan terpilih diperoleh dari hasil uji fisik, kimia dan sensoris terhadap *Fruit Leather* apel meliputi Uji Tekstur Profile Analys (TPA), kuat tarik, Elongasi, warna, kadar air, kadar pektin dan kadar pati serta 11 atribut sensoris dan tingkat kepuasan konsumen. Hasil penentuan perlakuan terpilih disajikan pada Tabel 49 (Lampiran 16).

Tabel 49. Penentuan Perlakuan Terpilih Tahap II

Konsentrasi Gum Arab	L1	L2	Lmax	Total	Rangking
0%	0,8806	0,1200	0,0012	1,0017	3
0,75%	0,8678	0,1322	0,0011	1,0010	2
1,5%	0,8498	0,1471	0,0016	0,9984	1
2,25%	0,8561	0,1439	0,0021	1,0021	4
3%	0,8466	0,1534	0,0031	1,0030	5

Keterangan: pemilihan perlakuan terpilih berdasarkan jumlah total terkecil

Berdasarkan Tabel 49 perlakuan terbaik adalah *fruit leather* dengan komposisi perlakuan penambahan gum arab sebesar 1,5%. Perlakuan terbaik pada tahap ini memiliki tingkat kekerasan (*hardness*) 375,43 g, kekompakan (*cohesiveness*) 1,34, kelengketan (*adhesiveness*) 0,23 mJ, elastisitas (*Springiness*) 3,43 mm, memiliki rasa manis, sedikit rasa asam, sedikit rasa pahit, aroma apel yang kuat, sedikit aroma pisang, sedikit aroma manis, tekstur yang lebih lembut, elastis dan lengket, serta warna kuning yang kuat. *Fruit leather* perlakuan terbaik memiliki tingkat kepuasan hampir mendekati puas dari rasa (7,4), aroma (6,8), tekstur (7,4), warna (7,3) dan *overall* (7,8).



Gambar 20. *Fruit Leather* Apel dengan Substitusi Pisang Candi dan Gum Arab

5.6 Karakteristik Produk Komersial dan Hasil Analisa *Fruit Leather* Apel

Fruit leather adalah produk dengan teknik utama dehidrasi (pengeringan).

Fruit leather adalah produk buah yang lezat, kenyal, dan kering serta dibuat dengan menuangkan buah yang dihaluskan ke permukaan yang rata untuk dikeringkan. Saat dikeringkan, buah ditarik dari permukaan dan digulung. Produk ini mendapat nama "*leather* (kulit)" karena ketika buah yang dikeringkan itu mengkilap dan memiliki tekstur kulit. *Fruit leather* umumnya memiliki daya simpan cukup lama dalam keadaan ini dan tidak memerlukan pendinginan. (Naz, 2012).

Fruit leather komersial yang diteliti adalah strawberry pisang dan mangga pisang. Adapun analisis difokuskan pada tekstur *fruit leather* (sifat fisik bahan).

Hasil analisis *fruit leather* komersial dan hasil penelitian *fruit leather* apel terdapat pada Tabel 50.

Tabel 50. Analisa Produk Komersial dan Hasil Penelitian *Fruit leather* Apel

Parameter	Produk Komersial		<i>Fruit Leather</i> Apel Manalagi
	Strawberry	Mangga	
Kekerasan (<i>Hardness</i>) (g)	407,6 b	526,7 a	369,4 b
Kekompakan (<i>Cohesiveness</i>)	1,159 a	1,230 a	1,290 a
Kelengketan (<i>Adhesiveness</i>) (mJ)	0,53 a	1,99 a	0,23 a
Elastisitas (<i>Springiness</i>) (mm)	3,49 a	3,01 a	3,45 a
Kuat Tarik (<i>Tensile Strength</i>) (N)	4,70 a	4,40 b	4,70 a
Perpanjangan (<i>Elongasi</i>) (cm)	0,63 a	1,00 b	0,83 a

Keterangan :- Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata (ANNOVA dilanjutkan dengan Tukey, $\alpha = 0,05$).

Dari Tabel 50 terlihat beberapa hasil analisa terkait produk dari *fruit leather* komersial dan hasil analisa yang dibuat dari beberapa bahan dasar campuran buah.

Dari hasil pengamatan terlihat perbedaan nilai TPA (*Texture Profile Analysis*) pada beberapa produk yang dihasilkan. Hasil analisa ragam menunjukkan bahwa tingkat kekerasan (*hardness*) pada *fruit leather* apel tidak berbeda nyata dengan produk komersial *fruit leather* strawberry. Perbedaan nilai karakteristik fisik *fruit leather* dipengaruhi beberapa faktor yaitu bahan baku, proses pengolahan serta berbagai suhu yang digunakan dalam pembuatannya. Jika suhu yang lebih tinggi digunakan, *fruit leather* mungkin *case hardening* (memasak dan mengeras di luar sementara memerangkap uap air di bagian dalam) sehingga *fruit leather* akan berjamur selama penyimpanan. Jadi, proses pengeringan tidak boleh terburu-buru dengan menaikkan suhu pengeringan (Naz, 2012). Selain itu, kadar air dalam suatu bahan makanan mempengaruhi beberapa atribut mutu makanan. Atribut mutu tersebut antara lain warna (Haryati dkk, 2015), aroma (Mulyawanti dkk,

2008), tekstur (Brockway, 2014), dan tentunya akan mempengaruhi umur simpan makanan tersebut.

Hasil analisa untuk kekompakan (*cohesiveness*), kelengketan (*adhesiveness*) dan elastisitas (*springiness*) ketiga *fruit leather* (produk komersil dan hasil analisa penelitian) memiliki nilai yang tidak berbeda nyata dengan ditunjukkan notasi yang sama. Hasil analisa ragam kuat tarik dan perpanjangan (elongasi) menunjukkan *fruit leather* apel tidak berbeda nyata dengan produk komersil *fruit leather* strawberry. Dari perbandingan analisa fisik yang dilakukan terlihat bahwa karakter fisik *fruit leather* apel yang dibuat mendekati produk komersil yang telah diterima konsumen. Pada dasarnya pembuatan *fruit leather* dapat dibuat dari bermacam-macam buah, tetapi tetap memiliki kriteria dalam proses pengolahan dan penyimpanan sehingga dapat mempertahankan mutu produk hingga diterima oleh konsumen. Penelitian serupa juga telah dilakukan oleh Vijayanand *et al.* (2000) dibandingkan *fruit leather* yang dibuat secara konvensional dengan *fruit leather* jambu biji. Warna, tekstur; rasa dan sensoris akseptabilitas dianalisis selama penyimpanan. Kedua produk mempertahankan penerimaan yang tinggi setelah 90 hari pada 27°C.

5.7 Perbandingan Senyawa Fungsional 3 Perlakuan *Fruit Leather* (100% Apel, 70% Apel : 30% Pisang dan 70% Apel : 30% Pisang dengan Penambahan Gum Arab 1,5%)

5.7.1 Total Fenol

Hasil analisa ragam menunjukkan 3 (tiga) perlakuan terbaik pada pembuatan *fruit leather* apel menunjukkan pengaruh yang nyata ($p\text{-value} < 0.05$) terhadap nilai total fenol produk *fruit leather* apel (Lampiran 17a). Perbedaan nilai total fenol produk *fruit leather* apel dapat dilihat pada Tabel 51.

Tabel 51. Nilai Total Fenol *Fruit Leather* Apel Perlakuan Terbaik

Sampel	Rerata Total Fenol (mg GAE/g)	Grouping	Tukey
100% Apel	4,024 ± 0,172	a	
70% Apel : 30% Pisang	2,023 ± 0,131	c	0,266
70% Apel : 30% Pisang & Gum Arab 1,5%	2,416 ± 0,128	b	

Keterangan : - Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata (ANNOVA dilanjutkan dengan Tukey, $\alpha = 0,05$).

Dari Tabel 51 nilai total fenol terbesar adalah pada *fruit leather* dengan komposisi apel 100%. Hal ini diduga karena apel memiliki kandungan bioaktif seperti fenol dan flavonoid yang lebih tinggi dibandingkan dengan pisang. Polifenol adalah senyawa utama yang bertanggung jawab untuk antioksidan dan

merupakan antioksidan yang tepat dari apel (Hagena *et al.*, 2007; Savikin *et al.*, 2014). Penelitian Musthafani (2014) menunjukkan bahwa total fenol apel yang telah diteliti berkisar antara $10,80 \pm 0,26$ mg GAE/100 g, sedangkan pada kandungan total fenol pisang adalah $1,03 \pm 0,26$ mg GAE/100 g.

Pada perlakuan penambahan gum arab 1,5% terlihat terjadi kenaikan kandungan total fenol. Hal ini dikarenakan gum arab mampu melindungi kandungan bioaktif (total fenol) dari kerusakan akibat pemanasan. Djapiala *et al.* (2013) mengemukakan bahwa pengujian total fenol bertujuan untuk menentukan total senyawa fenolik yang terkandung didalam sampel, sehingga diduga bila kandungan senyawa fenolik didalam sampel tinggi maka aktivitas antioksidannya akan tinggi. Lee *et al.*, (2003) meneliti kandungan senyawaan fenolik utama dalam enam jenis apel dan mendapati kandungan terbesar dalam mg/100 g apel segar adalah quersetin glikosida (13,2mg) , prosianidin B2 (9,35 mg), asam klorogenat (9,02 mg), epikatekin (8,65 mg), floretin glikosida (5,59 mg), dan vitamin C (12,8 mg).

5.7.2 Antioksidan DPPH IC₅₀

Pengujian antioksidan dengan DPPH akan menghasilkan nilai IC₅₀ (*Inhibitor Concentration*) yang menyatakan seberapa besar konsentrasi ekstrak yang dibutuhkan untuk mereduksi radikal bebas (DPPH) sebanyak 50% (Molyneux, 2004). Regresi linier digunakan untuk menentukan nilai IC₅₀, yaitu dari persamaan $y = ax + b$, nilai y kemudian diganti dengan 50. Tingginya aktivitas antioksidan suatu bahan dilihat dari semakin kecilnya nilai IC₅₀.

Hasil analisa ragam menunjukkan 3 (tiga) perlakuan terbaik pada pembuatan *fruit leather* apel menunjukkan pengaruh yang nyata ($p\text{-value} < 0.05$) terhadap nilai antioksidan IC₅₀ produk *fruit leather* apel (Lampiran 17b). Perbedaan nilai antioksidan IC₅₀ produk *fruit leather* apel dapat dilihat pada Tabel 52.

Tabel 52. Antioksidan DPPH IC₅₀ *Fruit Leather* Apel Perlakuan Terbaik

Sampel	Rerata Nilai Antioksidan IC ₅₀ (ppm)	Grouping Tukey
100% Apel	43376,52 ± 62,31	c
70% Apel : 30% Pisang	90336,59 ± 66,45	a 87,57
70% Apel : 30% Pisang & Gum Arab 1,5%	67630,22 ± 29,11	b

Keterangan : - Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata (ANNOVA dilanjutkan dengan Tukey, $\alpha = 0,05$)

Pada Tabel 52 terlihat bahwa *fruit leather* dengan komposisi apel 100% memiliki nilai antioksidan IC₅₀ terendah yaitu 43376,52 ppm dengan kata lain

semakin kecil nilai antioksidan IC_{50} , semakin besar memiliki daya hambat terhadap radikal bebas. Hal ini terkait dengan nilai total fenol yang telah diteliti sebelumnya.

Bahwasanya, apel 100% memiliki total fenol yang lebih besar dibandingkan perlakuan lainnya yaitu 70% apel : 30% pisang dan 70% apel : 30% pisang serta gum arab 1,5%. Selain itu, apel menyediakan berbagai macam aktivitas antioksidan polifenol dengan antioksidan (Brewer, 2011) serta jumlah potasium, fosfor dan vitamin C (USDA, 2009). Mir *et al.*, (2016) menyatakan bahwa senyawa fenolik merupakan kelompok flavonoid yang terbagi menjadi beberapa golongan yang berkontribusi sebagai senyawa antioksidan. Sehingga besarnya nilai total fenol yang diteliti akan mempengaruhi nilai besarnya nilai IC_{50} pada *fruit leather*.

Reyes and Cisneros (2003) menyebutkan bahwa secara umum, adanya korelasi positif antara total fenol dan kapasitas antioksidan. Semakin tinggi nilai total fenol maka semakin tinggi kemampuan antioksidan dalam mendonorkan elektronnya dalam hal menekan perkembangan radikal bebas. Komponen fenolik merupakan senyawa utama dalam peranan antioksidan (Al-Farsi *et al.*, 2007; Zhao *et al.*, 2007).

Pada perlakuan penambahan gum arab terlihat memiliki nilai antioksidan IC_{50} lebih rendah daripada tanpa penambahan penstabil gum arab 1,5%. Hal ini karena kemampuan gum arab membentuk lapisan pada produk *fruit leather* sehingga dapat melindungi akibat kerusakan radikal bebas maupun akibat pemanasan. Farikhah dkk, (2013) menjelaskan bahwa pada umumnya penstabil mampu memberikan peningkatan aktivitas antioksidan. Ali *et al.*, (2013) juga dalam penelitiannya menyebutkan bahwa semakin tinggi konsentrasi gum arab sebagai pelapis buah tomat membuktikan dapat mempertahankan jumlah antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan dengan buah yang tanpa dilapisi oleh gum arab.

5.7.3 Serat Pangan

Serat pangan total terdiri dari komponen serat pangan larut dan serat pangan tidak larut. Serat pangan larut air merupakan serat pangan yang dapat larut dalam air hangat atau panas. Contoh serat pangan larut antara lain gum, pektin, dan sebagian hemiselulosa larut yang terdapat dalam dinding sel tanaman.

Serat pangan tidak larut air merupakan serat pangan yang tidak larut dalam air panas maupun dingin. Contoh serat pangan tidak larut antara lain selulosa, lignin, sebagian besar hemiselulosa, dan lilin tanaman (Muchtadi, 2000). Hasil analisa

ragam menunjukkan 3 (tiga) perlakuan terbaik pada pembuatan *fruit leather* apel menunjukkan pengaruh yang nyata ($p\text{-value} < 0.05$) terhadap nilai serat pangan produk *fruit leather* apel (Lampiran 17c). Perbedaan nilai serat pangan produk *fruit leather* apel dapat dilihat pada Tabel 53.

Tabel 53. Serat Pangan *Fruit Leather* Apel Perlakuan Terbaik

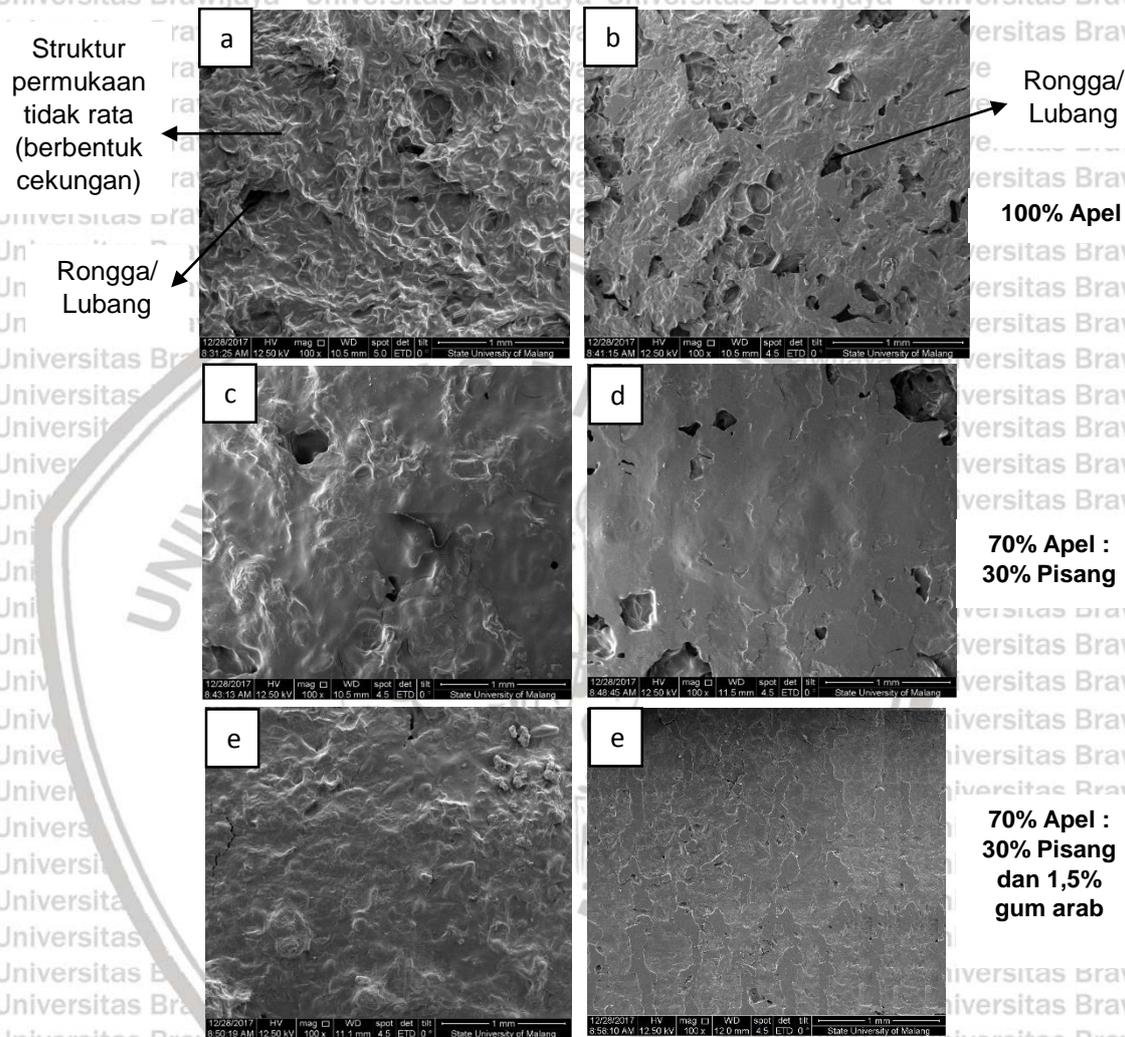
Sampel	Rerata Nilai Serat Pangan (%)	Grouping	Tukey
100% Apel	10,234 ± 0,46	b	0,389
70% Apel : 30% Pisang	8,700 ± 0,72	c	
70% Apel : 30% Pisang & Gum Arab 1,5%	14,156 ± 0,56	a	

Keterangan : - Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata (ANNOVA dilanjutkan dengan Tukey, $\alpha = 0,05$).

Rerata nilai tertinggi serat pangan pada Tabel 53 adalah pada perlakuan penambahan gum arab 1,5% yaitu 14,156 %. Hal ini dikarenakan adanya penambahan penstabil gum arab pada pembuatan *fruit leather* apel sehingga dapat meningkatkan kadar serat pangan pada bahan. Menurut Nursiwi (2014), menyatakan bahwa semakin tinggi penambahan konsentrasi gum arab menyebabkan kandungan serat pangan pada *fruit leather* meningkat. Serat pangan (*dietary fiber*) adalah bagian dari bahan pangan yang tidak dapat dihidrolisis oleh enzim-enzim pencernaan. Gum arab termasuk dalam golongan serat pangan larut (SDF) (Muchtadi, 2001). Dalam penelitian Rabbah and Abdalla (2012), kandungan serat larut yang terdapat pada 100 g gum arab sebesar 86,60 mg. Gum arab merupakan campuran polisakarida dan glikoprotein dan dapat mengikat komponen-komponen yang terdapat pada bahan (termasuk serat) sehingga kadar serat pangan semakin meningkat seiring banyaknya pemberian gum arab pada bahan (Winarno, 2008). Dalam penelitian Astuti dkk (2015), menyebutkan bahwa penambahan konsentrasi gum arab dalam pembuatan *fruit leather* pisang tanduk memberikan peningkatan kadar serat pangan pada bahan. Hal ini serupa dengan penelitian Ramadhan dkk, (2015) yang menyebutkan bahwa besar konsentrasi penambahan hidrokoloid seperti xanthan gum dan gum arab, semakin besar pula kandungan serat makanan yang terkandung dalam *fruit leather* kulit buah naga daging super merah yang dihasilkan.

5.7.4 Mikrostruktur *Fruit Leather* Apel

Scanning Electron Microscopy (SEM) merupakan instrument yang dapat digunakan untuk menganalisa morfologi mikro dan karakteristik komposisi kimia dari suatu bahan (Kim *et al.* 2003). Hasil analisa *Scanning Electron Microscopy* (SEM) *fruit leather* apel pada tahap 3 dapat dilihat pada Gambar 21 berikut:



Gambar 21. Hasil analisa SEM *Fruit Leather* Apel dengan perbesaran 100x. **Gambar bagian atas:** (a) *fruit leather* 100% apel; (c) *fruit leather* 70% apel:30% pisang dan (e) *fruit leather* 70% apel : 30% pisang dengan penambahan gum arab 1,5%. **Gambar bagian bawah:** (b) *fruit leather* 100% apel, (d) *fruit leather* 70% apel:30% pisang dan (f) *fruit leather* 70% apel : 30% pisang dengan penambahan gum arab 1,5% *fruit leather*.

Pengujian mikrostruktur *fruit leather* apel dengan menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) menunjukkan perbedaan mikrostruktur antar permukaan *fruit leather* bagian atas dan bawah yang terbentuk dengan menggunakan perbesaran 100x. Gambar 21a, 21c, dan 21e menunjukkan

mikrostruktur sampel bagian atas produk *fruit leather* apel dengan perlakuan berturut-turut 100% apel, 70% apel : 30% pisang dan 70% apel : 30% pisang dan penambahan penstabil gum arab sebesar 1,5%. Gambar 21b, 21d, dan 21f menunjukkan mikrofotografik sampel bagian bawah produk *fruit leather* apel dengan perlakuan berturut-turut 100% apel, 70% apel : 30% pisang dan 70% apel : 30% pisang dan penambahan penstabil gum arab sebesar 1,5%.

Mikrostruktur pada perlakuan 100% apel terlihat bagian atas struktur permukaan tidak rata, banyak terbentuk cekungan-cekungan yang menyebabkan tekstur tidak halus dan terdapat beberapa rongga atau lubang. Hal ini sesuai dengan penelitian Diamante *et al.* (2014) menunjukkan bahwa meskipun sederhana karena hanya menggunakan bubuk apel (*Fruit Puree*) untuk membuat apel *leather*, namun apel *leather* ini bersifat rapuh sehingga dibutuhkan bahan lain untuk meningkatkan kualitasnya. Pada Gambar 21c dan 21d (perlakuan 70% apel : 30% pisang) terlihat struktur permukaan bagian depan dan belakang *fruit leather* lebih rapat, halus dan sedikit lubang serta menghasilkan kenampakan *fruit leather* apel lebih baik. Penambahan pisang dalam pembuatan *fruit leather* apel mampu memperbaiki fisik *fruit leather* lebih baik. Dengan penambahan pisang pada produk yang mengandung pati dan pektin, tekstur *fruit leather* apel semakin rapat dan kokoh. Ketika pektin ditambahkan, kuat interaksi antar-molekul terbentuk antara pati dan pektin, sehingga memperkecil volume dan jarak antar molekul dalam bahan (Wu *et al.*, 2009). Menurut Syarifudin dan Yuniarta (2015), penambahan konsentrasi pektin akan meningkatkan jumlah polimer pembentuk film sehingga dapat memperkecil rongga dalam gel. Pada *Fruit leather* yang berbahan dasar apel perlu adanya penambahan bahan lain untuk meningkatkan tekstur dan melindungi warna (Gujral & Bar, 2003; Leiva *et al.*, 2009 dan Demarchi *et al.*, 2013).

Pada Gambar 21e dan 21f mikrostruktur dengan perlakuan 70% apel : 30% pisang dengan penambahan gum arab 1,5% pada bagian atas dan bawah produk *fruit leather* apel terlihat lebih rapat dan halus. Hal ini diduga karena kemampuan gum arab sebagai bahan penstabil dalam bahan pangan. Sistem kerja emulsifier berhubungan erat dengan tegangan permukaan antara kedua fase (tegangan interfasial). Selama emulsifikasi, emulsifier berfungsi menurunkan tegangan interfasial sehingga mempermudah pembentukan permukaan interfasial yang sangat luas. Penurunan tegangan permukaan dengan cara membentuk lapisan pelindung yang menyelubungi butiran sehingga senyawa yang tidak larut lebih mudah terdispersi dalam sistem emulsi. Bahan penstabil dapat membentuk film di

sekeliling globula lemak, sehingga globula- globula lemak tidak dapat bergabung menjadi globula yang lebih besar. Akibatnya, emulsi menjadi stabil. (Whistler and Miller, 2000). Gum arab merupakan jenis zat penstabil yang mampu memperbaiki tekstur produk akhir (Kusbiantoro dkk, 2005). Hal ini juga sesuai dengan pernyataan Putri (2013) bahwa penambahan konsentrasi hidrokoloid menghasilkan tekstur yang semakin rekat sehingga tekstur yang dihasilkan lebih kompak dan plastis.

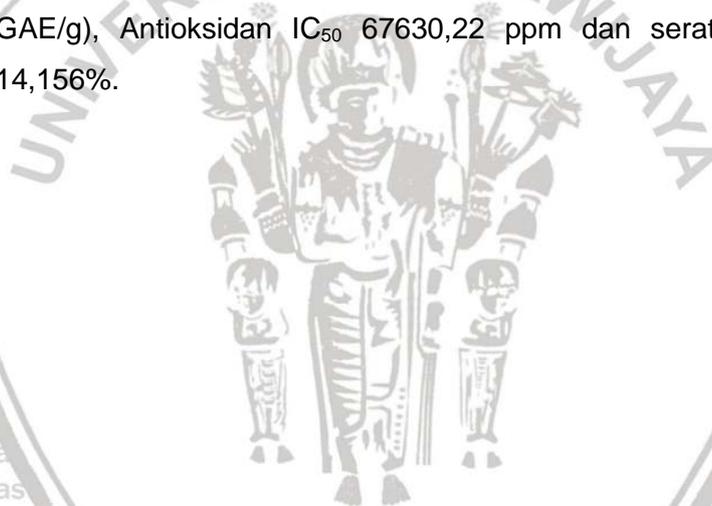


VI. KESIMPULAN & SARAN

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penambahan pisang dan bahan penstabil gum arab mampu memperbaiki tekstur, kenampakan, tingkat kepuasan konsumen serta nilai fungsional didalam produk *fruit leather* apel.
2. Substitusi pisang terbaik adalah dengan komposisi 70% apel : 30% pisang, sedangkan penambahan bahan penstabil gum arab adalah 1,5% sebagai konsentrasi terbaik.
3. Penambahan penstabil gum arab dengan konsentrasi 1,5% memberikan pengaruh nyata ($p\text{-value} < 0,05$) terhadap sifat fungsional bahan yaitu total fenol, antioksidan IC_{50} , serat pangan dan memperbaiki jaringan pada bahan yang terlihat pada hasil SEM. Hasil analisa terkait adalah: total fenol 2,416 (mg GAE/g), Antioksidan IC_{50} 67630,22 ppm dan serat pangan pada bahan 14,156%.



6.2 Saran

1. *Fruit leather* apel ini menggunakan satu jenis apel yaitu apel manalagi, sehingga adanya penelitian lebih lanjut menggunakan beberapa jenis apel untuk pengembangan lebih lanjut.
2. Pada produk *fruit leather* apel ini belum dilakukan pengujian terhadap daya tahan produk (umur simpan). Diperlukan adanya penelitian lebih lanjut terhadap umur simpan produk sehingga diharapkan pengembangan dapat terpenuhi dan dapat maju ke pasar bebas.
3. *Fruit leather* apel secara sensoris dan tingkat kepuasan konsumen dapat diterima dengan baik oleh panelis, sehingga diperlukan lebih lanjut terkait aspek ekonomi sehingga produk ini dapat berkembang dan mampu menyaingi produk komersil.



DAFTAR PUSTAKA

- Adhikari, B., Howes, T., Bhandari, B and Truong, V. 2001. Stickiness In Foods: A Review of mechanisms and test methods. *International Journal Food Properties*. 4(1):1-33.
- Afriansyah, N. 2000. Apel Sehatkan Paru-Paru dan Tangkal Kanker. *Www.Kompas.Com*. Diakses Tanggal 17 Desember 2016.
- Afrianti. 2013. *Teknologi Pengawetan Pangan*. Alfabeta. Bandung.
- Aguilera, J.M. 2003. Drying and dried products under the microscope. *Food Science Technology International*. 9(3):137-143.
- Aidoo Rp, Afoakwa Eo and Dewettnick K. 2015. Rheological properties, melting behavior and physical quality characteristics of sugar-free chocolates processed using inulin/polydextrosa bulking mixtures sweetened with stevia and thaumatin extracts. *Food Science And Technology*. 62(1): 592-597
- Alamanda, Dyah Sekar. 2016. Karakteristik Fisikokimia Pati Pisang Pada Berbagai Tingkat Kematangan. Skripsi. IPB. Bogor
- Al-Farsi M, Alasalvar C, Al-Abid M, Al-Shoaily K, Al-Amry M and Al-Rawahy F. 2007. Compositional and functional characteristics of dates, syrups, and their by-products. *Journal Food Chemistry*. 104(3): 943-947
- Ali, Asgar., Mehdi Maqbool., Peter G. Alderson and Noosheen Zahid. 2013. Effect of gum arabic as an edible coating on antioxidant capacity of tomato (*Solanum lycopersicum L.*) fruit during storage. *Journal Postharvest Biology and Technology* 76:119–124
- Almuslet, N. A., Elfatih A. H., Al-Sayed A. A., and G. A. M. Mohamed. 2012. Diode laser (532 nm) induced grafting of polyacrylamide into gum arabic. *Journal Of Physical Science*. 2(3): 43-50
- Amir, Taufik. 2005. *Dinamika Pemasaran*. Rajawali Pers, Jakarta
- Andarwulan, N dan Faradilla, F. 2012. *Pewarna Alami Untuk Pangan*. 24 Seafast Center. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Anderson, D.M.W and Eastwood, M.A. 1989. The safety of gum arabic as a food additive and its energy value as an ingredient: a brief review. *Journal of Human Nutrition and Dietetics* (2):137-144.
- Anggraini. 2016. Pengaruh penambahan labu kuning dan karagenan terhadap hasil jadi *fruit leather* nanas. *Jurnal Boga*. 5(1): 89-98
- Anita., Akbar. F dan Harahap, H. 2013. Pengaruh penambahan gliserol terhadap sifat mekanik film plastik biodegradasi dari pati kulit singkong. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 2(2):1-12.

Antarlina, S.S., Rina, Y., Umar. S dan Rukayah. 2004. Pengolahan buah pisang dalam mendukung pengembangan agroindustri di kalimantan. *Puslitbang Sosek Pertanian*. 15: 742-746.

AOAC, (Association of Official Analytical Chemist). 2005. *Official Method of Analysis of The Association of Official Analytical of Chemist*. Arlington, Virginia, USA: Published by The Association of Analytical Chemist, Inc.

Ares, G., Fernanda, B., Leticia, V., Rafael, S.C., Ana, G., Benedicte, P., Denise C. Hunter., Amy, G. Paisley and Sara, R.J. 2014. Evaluation of a rating-based variant of check-all-that-apply (cata). *Food Quality and Preference*. 36:87-95.

Armani, G., Dufour, D and Mestres, C. 2004. Resistance To Technological Stress Of Yam Starch Gel. Food Africa Internet Paper Of Food Safety And Quality Management.

Asben, A. 2007. Peningkatan Kadar Iodium Dan Serat Pangan Dalam Pembuatan Fruit Leathers Nenas (*Ananas comosus merr*) Dengan Penambahan Rumpun Laut. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang.

Asgar, A dan Musaddad, D. 2006. Optimalisasi cara, suhu, dan lama blansing sebelum pengeringan kubis. *Jurnal Hortikultura*. 16(4): 15-25

Ashari, S. 2006. *Hortikultura Aspek Budidaya*. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta

Asmuri. 2008. Pengamatan Kisaran Suhu Gelatinisasi dan Pembentukan Pasta Atau Gel Pati Ubi Kayu, Ubi Jalar, Talas dan Sukun. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung, Bandar Lampung.

Asp N.G., Johansson C.G., Hallmer H and Sijestrin M. 1983. Rapid assay of insoluble and soluble dietary fiber. *Journal Of Agriculture Food Chemistry*. 31: 476-482.

Astuti, Tri., Esti Widowati dan Windi Atmaka. 2015. Kajian karakteristik sensoris, fisik dan kimia fruit leather pisang tanduk (*Musa corniculata Lour*) dengan penambahan berbagai konsentrasi gum arab. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. 8(1): 1-10

Astuti, Windy Feny Puji, Rona J. Nainggolan dan Mimi Nurminah. 2016. Pengaruh jenis zat penstabil dan konsentrasi zat penstabil terhadap mutu *fruit leather* campuran jambu biji merah dan sirsak. *Jurnal Rekayasa Pangan Dan Pertanian*. 4(1): 17-25

Atungulu, G., Nishiyama and Y., Koide, S. 2004. Electrodeconfiguration and polarity effect on physico chemical properties of electric field treated apples post harvest. *Journal Biosystem Engineering*. 87(3): 313-323.

Awika Jm, Yang Ly, Browning Jd and Faraj A. 2009. Comparative antioxidant, antiproliferatif, and phase ii enzyme inducing potential of sorghum (sorghum bicolor) varietas. *Journal Food Science Technology*. 42(6): 1041-1046.

Ayustaningwarno, Fitriyono. 2014. *Teknologi Pangan: Teori Praktis dan Aplikasi*. Graha Ilmu, Yogyakarta.

Azeredo H, M, C., Edy S, B., Germano E., G, Moreira, Farias, V and Bruno, L, M. 2006. Effect of drying and storage time on the physico-chemical properties of mango leathers. *Journal Food Science Technology*. 41(6):635-638

Azhar, Laode Fajrur. 2017. Pengaruh Asal Bahan Baku Biji Kakao (*Theobroma Cacao* L.) dan Lama Koncing Terhadap Karakteristik Tekstur Dan Sifat Sensori *Dark Chocolate*. Tesis. Universitas Brawijaya.

Babalola S.O., O.A. Ashaye, O.A. Babalola, and J.O. Aina. 2002. Effect of cold temperature storage on the quality characterization of pawpaw and guava leathers. *Journal Agriculture Science*. 1(2): 61-63.

Bains, M. S., H. S. Ramaswamy and K. V. Lo. 1989. Tray drying of apple puree. *Journal of Food Engineering*. 9(3):195-201.

Bauer, Elise, 2017. Simply Recipes. <http://www.simplyrecipes.com/recipes/how-to-make-fruit-leather/> (Diakses Tanggal 23 Januari 2017).

Beck, M. E. 2011. *Ilmu Gizi Dan Diet, Hubungannya Dengan Penyakit-Penyakit Untuk Perawat & Dokter*. Penerbit Andi, Yogyakarta.

Belitz, H.D. and Grosh, W. 1999. Fruits and fruit product. *Journal Food Chemistry*. 7(4):748-800

Bertuzzi, M. A., Gottifredi, J. C and Armada, M. 2012. Mechanical properties of a high amylose content corn starch based film, gelatinized at low temperature. *Journal Of Food Technology*. 15(3):219-227.

Blessing I., Offia-Olua O and A.Ekwunife. 2015. Production and evaluation of the physico-chemical and sensory qualities of mixed fruit leather and cakes produced from apple (*Musa Pumila*), banana (*Musa Sapientum*), pineapple (*Ananas Comosus*). *Journal Food*. 33(1):22-28

Bouayed, Jaouad., Lucien Hoffmann and Torsten Bohn. 2011. Total phenolics, flavonoids, anthocyanins and antioxidant activity following simulated gastrointestinal digestion and dialysis of apple varieties: bioaccessibility and potential uptake. *Food Chemistry*. 128(1):14-21

Bourne, M. C. 2002. *Food Texture And Viscosity: Concept And Measurement*. Sandiego, Academic Press.

Boyer J and Liu Rh. 2004. Apple phytochemicals and their health benefits. *Nutrition Journal*. 3(5):1-5

BPPHP (Bina Pengolahan Dan Pemasaran Hasil Pertanian). 2004. Pisang. Buletin Teknopro Hortikultura Edisi 72.

Brewer, M.S. 2011. Natural antioxidants: sources, compounds, mechanisms of action and potential applications. *Journal Food Science*. (10)2: 221–247.

Brockway B. 2014. *Water And Food Quality: Applications To Confectionery Products*. Elsevier Science Publishers Ltd, Usa

Brookfield Texture Pro Ct. 2017. Application Software Operating Instructions Manual No. M08-373. Middleboro, MA 02346 USA.

Brownlee, Lain. 2014. Impact of dietary fiber intake on the physiology and health of the stomach and upper gastrointestinal tract. *Journal Bioactive Carbohydrates And Dietary Fiber*. 4(2): 155-169.

Buckle, K. A., Edwards, R. A., Fleet, G. H and Wotton, M. 1987. Food Science. Diterjemahkan oleh Hari Purnomo dan Adiono. 2013. Universitas Indonesia Press. Jakarta.

Cadenas, E and L. Packer. 2002. Handbook Of Antioxidants, 2nd Edition, Marcel Dekker, Inc., New York. In: Majid Khan, M.Ayub, Y.Durrani, S. Wahab, Ali Muhammad, S.A.Ali, Ashbala Shakoor, Arsalan And Ziaur Rehman 2014. World J. Pharm. And Pharmaceutical Sciences. 3(5):130-146.

Cardarelli Hr, Aragon-Alegro Lc, Alegro Jha, De Castro Ia and Saad Smi. 2008. Effect of inulin and lactobacillus paracasei on sensory and instrumental texture properties of functional chocolate mousse. *Journal Science Food Agriculture*. 88(8):1318-1324.

Ceyman, M., Arrigoni, E Scharer, H., Nising, A.B and Hurrell R.F. 2012. Identification of apples rich in health-promoting flavan-3-ols and phenolic acids by measuring the polyphenol profile. *Journal Food Composition and Analysis*. 26(2) :128-135

Chan, L. A. 2008. Membuat Es Krim. Jakarta: Agromedia Pustaka.

Chang, K. C. and Miyamoto A. 1992. Gelling characteristics of pectin from sunflower head residue. *Journal Food Chemistry*. 83:43-47

Cheng GW and Crisosto CG. 2005. Browning potential, phenolic composition, and polyphenoloxidase activity of buffer extracts of peach and nectarine skin tissue. *Journal of America. Society for Horticultural Science*. 120(5):835-838

Chinnici F, Bendini A, Gaiani A, and Riponi C. 2004. Radical scavenging activities of peels and pulps from cv. golden delicious apples as related to their phenolic composition. *Journal Agriculture Food Chemistry*. 52(15): 4684-4689

Choi, S.E. 2010. *Sensory Evaluation Chapter 3*. Jones & Barlett Learning. Lcc

Cressey, R., Kumsaiyai, W., & Mangklabruks, A. 2014. Daily consumption of banana marginally improves blood glucose and lipid profile in hypercholesterolemic subjects and increases serum adiponectin in type 2 diabetic patients. *Journal Of Experimental Biology*. 52(7):1173–1181.

Cuq, B.G Nathalie., L.C Jean and Sthephane. 1996. Functional properties of myofibril protein – based biopakaging affacted by film thicknes. *Journal Of Food Science*. 61(3): 580-584

Dalimarta S dan Adrian F. 2013. *Fakta Ilmiah Buah dan Sayur*. Penebar Plus, Jakarta.

D'angelo, S., La Porta, R., Napolitano, M., Galletti, P., Quagliuolo, L and Boccellino, M. 2012. Effect of annurca apple polyphenols on human hacat keratinocytes proliferation. *Journal Medical Food*. 15(11):1024-1031.

Dauqan E. dan A. Abdullah. 2013. Utilization of gum arabic for industries and human health. *American Journal of Applied Sciences*. 10(10): 1270-1279

Davey, M. W., Stals, E., Ngoh-Newilah, G., Tomekpe, K., Lusty, C., Markham, R., and Keulemans, J. 2007. Sampling strategies and variability in fruit pulp micronutrient contents of west and central african bananas and plantains (*musa species*). *Journal Of Agricultural and Food Chemistry*. 55(7):2633–2644

Dedin Fr, Dedi F, Anton A dan Nuri A. 2006. Isolasi dan karakterisasi melanoidin kecap manis dan peranannya sebagai antioksidan. *Journal Teknologi Pangan*. 17(3):204-213

Delden, Van Kari. 2011. *Fruit Lether*. University Of Alaska Fairbanks. www.uaf.edu/Ces Or 1-877-520-5211. Diakses Pada 1 Januari 2017 20:16 Wib.

Deman, Jhon M. 1997. *Kimia Makanan*. Diterjemahkan oleh K. Patmawinata. Institut Teknologi Bandung. Bandung.

Demarchi, S. M., N. A. Quintero Ruiz, A. Concellon and S. A. Giner. 2013. Effect of temperature on hot-air drying rate and on retention of antioxidant capacity in apple leathers. *Food and Bioproducts Processing*. 91(4): 310–318.

Desrosier, N. W. 1988. *Teknologi Pengawetan Pangan*. Edisi III. Penerjemah Muchji Mulyohardjo. Jakarta: Universitas Indonesia.

Diamante, L.M., S.W.Li, Q. Q. Xu, and J. Busch. 2013. Effectsof apple juice concentrate, blackcurrant concentrate, and pectin levels on selected qualities of apple-blackcurrant fruit leather. *Journal Foods*. 2(3): 430-443

Diamante, Lemuel M., Xue Bai, And Janette Busch. 2014. *Review Article Fruit Leathers: Method Of Preparation And Effect Of Different Conditions On Qualities*. *International Journal Of Food Science*. 12(1):1-12

Diennazola, R. 2008. Pengaruh Sekat Dalam Kemasan Terhadap Umur Simpan Dan Mutu Buah Pisang Raja Bulu. Skripsi. Departemen Agronomi dan Hortikultura Fakultas Pertanian IPB. Bogor.

Dimitrios, B. 2006. Sources of natural phenolic antioxidants. *Journal Trends in Food Science and Technology*. 17(9): 505–512.

Djapiala, F.Y., Lita A. D. dan Montolalu Feny, M. 2013. Kandungan Total Fenol Dalam Rumput Laut *Caulerpa Racemosa* Yang Berpotensi Sebagai Antioksidan. Skripsi. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan. Unsrat.

Dos Santos L.M, Dos Santos D.N and Bastos A.C.S.2008. Determinan of early cognitive development: hierarchial analysis of longitudinal study. *Saude Publica, Rio de Janeiro*. 24(2):427-437.

Druchta. J. M And Catherine D. J. 2004. An Update On Edible Film. [Http://www.csaceliacs.org/](http://www.csaceliacs.org/). Tanggal Akses 16/01/2018.

Dunlap. M., and Adaskaveg, J.E. 1997. *Scanning Elektron Microscope Theory, Practice And Procedure*. U.C Davis.

Embuscado, M.E. 2015. Spices and herbs: natural sources of antioxidants - a mini review. *Journal Of Functional Foods*. 18 (B): 811-819

Englberger, L., Aalbersberg, W., Ravi, P., Bonnin, E., Marks, G. C., Fitzgerald, M. H and Elymore, J. (2003a). Further analyses on micronesian banana, taro, bread fruit and other foods for provitamin a carotenoids and minerals. *Journal Of Food Composition And Analysis*. 16(2): 219–236

Englberger, L., Darnton-Hill, I., Coyne, T., Fitzgerald, M. H., and Marks, G. C. (2003b). Carotenoid-rich bananas: a potential food source for alleviating vitamin a deficiency. *Food & Nutrition Bulletin*. 22(4): 303–318.

Erawati, F. 2009. Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin Kulit Pisang (Kajian Jenis Asam Pelarut Dan Rasio Bahan: Pelarut Asam). Skripsi. THP Universitas Brawijaya. Malang.

Estiasih, T dan Ahmadi, K. 2009. *Teknologi Pengolahan Pangan*. Bumi Aksara, Jakarta.

Fardiaz D. 1989. *Hidrokoloid*. Laboratorium Kimia dan Biokimia Pangan, Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, IPB, Bogor.

Farikha I, N, Choirul, A, dan Esti, W. 2013. Pengaruh jenis dan konsentrasi bahan penstabil alami terhadap karakteristik fisikokimia sari buah naga merah (*Hylocereus Polyrhizus*) selama penyimpanan. *Jurnal Teknosains Pangan*. 2(1):30-38

Fauziah., Eva Esti Widowati dan Windi Atmaka. 2015. Kajian karakteristik sensoris dan fisikokimia *fruit leather* pisang tanduk (*musa corniculata*) dengan penambahan berbagai konsentrasi karagenan. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 4(1): 11-16

Firmansyah Y dan DR Adawiyah. 2003. Formulasi minuman instan fungsional antioksidan berbasis efek sinergisme kayu secang terhadap pala danjahe. Seminar Nasional dan Pertemuan Tahunan Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia (PATPI). 16:1-8

Fitantri, Arinda Laksmi., Nur Her Riyadi Parnanto dan Danar Praseptiingga. 2014. Kajian karakteristik fisikokimia dan sensoris *fruit leather* nangka (*Artocarpus heterophyllus*) dengan penambahan karaginan. *Jurnal Teknosains Pangan*. 3(1): 26-33

Fitantri. 2013. Kajian Karakteristik Fisikokimia Dan Sensoris Fruit Leather Nangka (*Artocarpus heterophyllus*) dengan Penambahan Karagenan. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Forster, M., Rodríguez, E. R., Martín, J. D., and Romero, C. D. 2003. Distribution Of Nutrients In Edible Banana Pulp. *Food Technology And Biotechnology*. 41(2): 167–172.

García, M.A., Pinotti, A., Martino, M.N., and Zaritzky, N.E., 2009. Characterization of starch and composite edible films and coatings. edible films and coatings for food applications. *Springer*. 17(13): 169–209.

Gardjito dan Sari. 2005. Pengaruh Penambahan Asam Sitrat dalam Pembuatan Manisan Kering Labu Kuning (*Cucurbita Maxima*) Terhadap Sifat-Sifat Produknya. Skripsi. Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

Ghavidel, R.A., Zahra Sheikholeslami and Saeed Ahmadi. 2015. Optimization of extraction the red cabbage extract with ultrasound technology, assisted by response surface method. *International Journal of Biosciences*. 6(3): 94-100, 2015.

Gaman, D.M and K.B. Sherrington. 1994. *Ilmu Pangan*. Terjemahan Gardjito, Sri, Agnes, dan Sardjono. Universitas Gajah Mada Press. Yogyakarta. 317 hlm.

Glicksman. M. 1983. *Food Hydrocolloid Vol 2*. Crc Press Inc Boca Raton. Florida.

Gontard, N., Guilbert, S., Dan Cuq, J. 1994. Water and glyserol as plasticizer effect mechanical and water vapor barrier properties of an edible wheat gluten film. *Journal Food And Science*. 58(1): 206 – 211.

Gounga, M.E., Xu, S.-Y., and Wang, Z., 2007. Whey protein isolate-based edible films as affected by protein concentration, glycerol ratio and pullulan addition in film formation. *Journal Food Eng*. 83(4):521–530.

Guichard, E. S., A, Issanchou., Descovieres and P. Etievant. 1991. Pectin concentration, molekular weight and degree of esterification. influence on volatile composition and sensory characteristic of strawberry jam. *Journal Food Science*. 56(6):1 6-21

Gujral, H. S. And S. S. Brar. 2003. Effect of hydrocolloids on the dehydration kinetics, color, and texture of mango leather. *International Journal Of Food Properties*.6(2): 269–279

Gulrez, S. K. H., Al-Assaf, S. and Philips, G. O. 2011. Hydrogels: methods of preparation, characterisation and application. progress in molecular and environmental bioengineering-from analysis and modelling to technology application. *Molecular and Environmental Bioengineering*. Page: 117-150.

Hadisaputra. 2012. *Super Foods*. Flash Books. Jakarta

Hagen, S.F., Borge, G.I.A., Bengtsson, G.B., Bilger, W., Berge, A., Haffner, K., Solhaug, K.A., 2007. Phenolic contents and other health and sensory related properties of apple fruit (*malus domestica* borkh., cv. aroma): effect of postharvest uv-b irradiation. *Postharvest Biol. Technol.* 45(1): 1–10.

Hagerman, Ann, E. 2002. *Tannin Handbook*. Miami University. Usa

Halliwell, B., and Gutteridge, J.M.C. 2007. *Free Radicals In Biology And Medicine. Fourth Edition*. Oxford University Press. New York

Hapsari, Marina Dohitra Yanuparinda dan Teti Estiasih. 2015. Variasi Proses Dan Grade Apel (*Malus Sylvestris Mill*) Pada Pengolahan Minuman Sari Buah Apel. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(3):939-949

Harborne Jb. 1996. Metode Fitokimia. Diterjemahkan oleh Padmawinata K, Soediro. Institut Teknologi Bandung, Bandung.

Harris, P. 1990. Food Gels. *Journal Science*. 23(2): 401-427.

Harris, M.P., Williamson, S., John F. F., Meinhardt, H., and Richard O. P. 2005. Molecular evidence for an activator inhibitor mechanism in development of embryonic feather branching. *Journal National Academy of Sciences*. 102(33):11734-11739.

Haryati T, E, Feronika, dan H Ahmadi. 2015. Pendugaan umur simpan menggunakan metode accelerated shelf-life testing (aslt) dengan pendekatan arrhenius pada produk tape ketan hitam khas Mojokerto hasil sterilisasi. *Jurnal. Pangan Dan Agroindustri*. 3(1):156-165

Hastuti, Budi. 2016. Pektin dan Modifikasinya untuk Meningkatkan Karakteristik sebagai Adsorben. Makalah seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia dan Pendidikan Kimia. UNS. 157-169.

Helen. 1980. *Biology Plant*. Worth Publisher Inc. New York.

Heming, 2006. *Ramuan Lengkap Herbal Taklukan Penyakit*. Pustaka Bunda Universitas, Jakarta.

Hemila H. 1994. Does vitamin c alleviate the symptoms of the common cold? a review of current evidence. *Scandinavian Journal Infect Disases*. 26(1):1–6

Hidayat, R. 2009. Pengaruh kualitas pelayanan, kualitas produk dan nilai nasabah terhadap kepuasan dan loyalitas nasabah bank mandiri. *Jurnal Manajemen dan Kewirausahaan*. 11(1): 59-72.

Historiarsih, R.Z. 2010. *Pembuatan Fruit Leather Sirsak-Rosella*. Skripsi. Program Studi Ilmu Dan Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Industri UPN "Veteran". Surabaya.

Holland. 1992. *The Composition Of Food*. The Royal Society Of Chemistry Press, Europe.

Hoseney, R and Smewing, J. 1999. Instrumental measurement of stickiness of doughs and other foods. *Journal Texture. Studies*. 30(2): 123–136.

Huang, X and Hsieh, F. H. 2005. Physical properties, sensory attributes, and consumer preference of pear fruit leather. *Journal Of Food Science*. 70(3):177-186.

Huidobro FR, Miguel E, Onega E and Blazquez B. 2003. Changes in meat quality characteristics of bovine meat during the first six days post mortem. *Meat Science*. 65(4): 1439-1446.

Hyodo. 1991. Indikasi Penyakit Pasca Panen dan Kerusakan Pada Buah. <http://www.scribd.com/doc/92232938/Indikasi-Penyakit-Pasca-Panen-DanKerusakan>. Diakses tanggal 18 Oktober 2016.

Imeson, A. 2010. *Food Stabilisers, Thickeners And Gelling Agent*. Willey Blackwell Publishing Ltd. United Kingdom

IPPA (International Pectins Procedures Association). 2002. What Is Pectin. Http://Www.Ippa.Info/History_Of_Pektin.Htm. Diakses Tanggal 14/01/2018

Irawan, D dan E. Japarianto. 2013. Analisa pengaruh kualitas produk terhadap loyalitas melalui kepuasan sebagai *variable intervening* pada pelanggan restoran por kee surabaya. *Jurnal Manajemen Pemasaran*. 1(2): 1-8

Ismail, Norazelina Sah Mohd, Nazaruddin Ramli, Norziah Mohd. Hani dan Zainudin Meon. 2012. Extraction and characterization of pectin from dragon fruit (*hylocereus polyrhizus*) using various extraction conditions. *Journal Sains Malaysiana*. 41(1): 41-45

Jamrianti, R. 2007. Potensi Tepung Ubi Jalar Sebagai Bahan Pangan. Prosiding Jurnal Litbang Pertanian.

Jane, J., Y.Y. Chen, L.F. Lee, A.E. McPherson, K.S. Wong, M. Radosavljevic, and T. Kasemsuan. 1999. Effect of amylopectin brain chain length and amylose content on the gelatinization and pasting properties of starch. *Journal Cereal Chemistry*. 76(5): 629 – 637.

Jannata Rh, Gunadi A, dan Ermawati T. 2014. Daya antibakteri ekstrak kulit apel manalagi (*malus sylvestris mill.*) terhadap pertumbuhan *streptococcus mutans*. *E-Jurnal Pustaka Kesehatan*. 7(2): 246-256

Javanmardi, J., Stushnoff. C., Locke, E., and Vivanco, J.M. 2003. Antioxidant activity and total phenolic content of iranian *ocimum accessions*. *Journal Food Chemistry*. 83(4): 547-550.

Kasmaddin, E. 2014. 1001 Fungsi Serat Untuk Kesehatan Tubuh. <http://kesehatan.gen22.net/2012/10/1001-fungsi-serat-untuk-kesehatantubuh.html> Diunduh pada tanggal 24 agustus 2017, pukul 10.03 wib

Kendall, P and J. Sofos .2003. *Preparation Drying Fruits*. Corolado State University Cooperative Extension. Usa.

Ketaren, Eka Putri., Sentosa Ginting dan Elisa Julianti. 2017. Pengaruh perbandingan gum arab dengan pektin sebagai penstabil terhadap mutu selai wortel nenas. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*. 5(1): 1-10

Khalaf, N.A., Shakya, A.K., Al-Othman, A., El-Agbar, Z. and H. Farah. 2007. Antioxidant Activity of Some Common Plants. *Turk Journal Biol*. 32(1):51-55

Khomsan, Ali. 2006. *Sehat dengan Makanan Berkhasiat*. Penerbit Buku Kompas. Jakarta

Khurniyati, M.I 2015. Pengaruh konsentrasi natrium benzoat dan kondisi pasteurisasi (suhu dan waktu) terhadap karakterisasi minuman sari apel berbagai varietas: kajian pustaka. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(2): 523-529

Kim Hyeon-Ju, Naofumi Morita, Sang-Han Lee and Kwang-Deog Moon. 2003. Scanning electron microscopy observations of dough and bread supplemented with gastrodia elata blume powder. *Food Research International*. 36(4): 387-397.

Kim, I.S., Mi-Ra Yang., Ok-Hwan Lee and Suk-Nam Kang. 2011. Antioxidant activities of hot water extracts from various spices. *Journal Of Molecular Sciences*.12(6): 4120-4131

Konar N. 2013. Influence of conching temperature and some bulk sweeteners on physical and rheological properties of prebiotic milk chocolate containing inulin. *European Food Research and Technology*. 236(1): 135-143.

Kondo, S., Kittikorn, M and Kanlayanarat, S. 2005. Preharvest antioxidant activities of tropical fruit and the effect of low temperature storage on antioxidants and jasmonates. *Postharvest Biology And Technology*. 36(3): 309–318.

Krochta, J M and De Mulder Johnston. 1997. Edible and bioderadable polymers film: challanges and opportunities. *Journal Food Technology*. 51(2): 61-74.

Krochta, J.M. 2002. Proteins as raw materials for films and coatings: definitions, current status and opportunities. *Journal Food Technology*.45(5): 1-41.

Kusbiantoro, B., Herawati,H dan Ahza,A.B. 2005. Pengaruh jenis dan konsentrasi bahan penstabil terhadap mutu produk velva labu jepang. *Jurnal Hortikultura*.15(3): 223-230.

Lakshmi, Chaitanya. 2014. Food Coloring: The Natural Way. *Journal of Chemical Sciences* 4(2): 87-96

Lamuel, M., Diamante., Bai, X and Busch, J. 2014. Fruit leathers: method of preparation and effect of different condotions on qualities. *Journal Of Food Science*. 2(4): 1-12.

- Lawless, H. T and Heymann. H. 1998. *Sensory Evaluation of Food : Principles and Practices*. Springer. USA.
- Lee Kw, Kim Yj, Kim D, Lee Hj and Lee Cy. 2003. Major phenolics in apple and their contribution to the total antioxidant capacity. *Journa Agriculture Food Chemistry*. 51(22): 6516-6520.
- Leiva, E. D´laz, L. Giannuzzi and S. A. Giner. 2009. Apple pectic gel produced by dehydration. *Food And Bioprocess Technology*. 2(2): 194–207.
- Lestiany, L. dan Aisyah. 2011. *Peran Serat Dan Penatalaksanaan Kasus Masalah Berat Badan. Bagian Ilmu Gizi*. Fakultas Kedokteran. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Lim, Y. Y., Lim, T. T and Tee, J. J. 2007. Antioxidant properties of several tropical fruits: a comparative study. *Journal Food Chemistry*. 103 (3):1003–1008.
- Lubis, Mei Sya Putri., Rona J. Nainggolan dan Era Yusraini. 2014. Pengaruh perbandingan nenas dengan pepaya dan konsentrasi gum arab terhadap mutu fruit leather. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*. 2(3):15-25
- Malaterre, Axelle Septembre, Giovédie Stanislas A,B, Elisabeth Douraguia C and Marie Paule Gonthier. 2016. Evaluation of nutritional and antioxidant properties of the tropical fruits banana, litchi, mango, papaya, passion fruit and pineapple cultivated in réunion french island. *Journal Food Chemistry* 212(1): 225–233
- Man, Y. B. Che and K. K. Sin. 1997. Processing and consumer acceptance of fruit leather from the unfertilised floral parts of jackfruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 75(1): 102–108.
- Marzelly, Ages Dwiga., Sih Yuwanti dan Triana Lindriati. 2017. Karakteristik fisik, kimia, dan sensoris fruit leather pisang ambon (*Musa paradisiaca*) dengan penambahan gula dan karagenan. *Jurnal Agroteknologi*. 11(2): 172-185
- Maskan, A., Kaya, S and Maskan, M. 2002. Hot air and sun drying of grape leather (pestil). *Journal of Food Engineering*. 54(1):81-88.
- Mason, R and Nottingham. 2002. *Food 3007 Dan Food 7012: Sensory Evaluation Manual*. The University of Queensland.
- Mccready, R.M. 1970. *Pectin*. In. M.A. Yosslyn (Ed.). *Methods In Food Analysis* 2nd Edition. Academic Press. New York.
- Meilgaard, M., Civille G.V and Carr B.T. 2000. *Sensory Evaluation Techniques*. Boca Raton, CRC Press. Florida.
- Michaelsen, K. F., Camilla H., Nanna R, Pernille K., Maria S., Lotte L., Christian M., Tsinuel G., and Henrik F. 2009. Choice of foods and ingredients for moderately malnourished children 6 months to 5 years of age. *Food And Nutrition Bulletin*. 30(3): 343-404

Mir, A, S., Bosco Don, J, S., Shah, A, M and Mir, M, M. 2016. Effect of puffing on physical and antioxidant properties of brown rice. *Journal Food Chemistry*. 191(1): 139-146.

Misnawi. 2004. Cokelat: Makanan yang nikmat dan sehat. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia*. 20(1): 40-44.

Moersidi, Magfirah Sitty Nurul. 2015. Daya Hambat Minimal Ekstrak Kulit Apel Manalagi Terhadap Pertumbuhan Candida Albicans. Skripsi. Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin. Makasar.

Molina M, Sanchez-Reus I, Iglesias I, and Benedi J. 2003, Quercetin a flavonoid antioxidant, prevents and protects against ethanol induced oxidative stress in mouse liver. *Journal Biological Pharmaceutical*. 26(10): 1398-1402

Molyneux, P. 2004. The use of the stable free radikal diphenylpicrylhydrazyl (dpph) for estimating antioxidant activity. *Journal Science of Technology*, 26(2): 211-219.

Motlagh, S., Ravines, P., K.A Karamallah and Qifeng Ma. 2006. The analysis of acacia gums using electrophoresis. *Journal Food Hydrocolloid*. 20(6):848–854.

Muchtadi, D. 2001. Sayuran Sebagai Sumber Serat Pangan Untuk Pencegah Timbulnya Penyakit Degenaratif. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*. 12(1): 61-71.

Muchtadi, Deddy. 2000. *Sayur-Sayuran: Sumber Serat Dan Antioksidan, Mencegah Penyakit Degeneratif*. Fateta. IPB, Bogor

Mulyawanti, I, K, T, Dewandari dan Yulianingsih. 2008. Pengaruh waktu pembekuan dan penyimpanan terhadap karakteristik irisan buah mangga arumanis beku. *Jurnal Pascapanen*. 3(1):51-58

Murdinah. 2010. *Pemanfaatan Rumput Laut Dan Fikokoloid Untuk Produk Pangan Dalam Rangka Penelitian Nilai Tambah Dan Diversifikasi Pangan*. Penelitian. Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan.

Musfiroh. I., W.Indriyati, Muchtaridi dan Y. Setiya. 2009. Analisis proksimat dan penetapan kadar β -karoten dalam selai lembaran terung belanda dengan metode spektrometri sinar tampak. *Jurnal Penelitian Fakultas Farmasi Universitas Padjadjaran*. 1(1): 1-8

Musthafani, Zahra. 2014. Analisis Kapasitas Antioksidan dan Kandungan Total Fenol Pada Buah. Skripsi. IPB. Bogor.

Naz, Rozina Pak. 2012. Physical properties, sensory attributes and consumer preference of fruit leather. *Journal Food Science*. 22(4): 188-190

Nilasari, Ovrída Wahyu., Wahono Hadi Susanto dan Jaya Mahar Maligan. 2017. Pengaruh suhu dan lama pemasakan terhadap karakteristik lempok labu kuning (waluh). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. (5)3: 15-26

Nugraheni, Mutiara. 2012. Pewarna Alami Makanan dan Potensialnya. Makalah Seminar Nasional. Fakultas Teknik Universitas Nehri Yogyakarta.

Nurlaely, E. 2002. Pemanfaatan Buah Jambu Mete Untuk Pembuatan Leather. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.

Nurminah, Nainggolan Dan Astuti, (2016), Pengaruh Jenis Zat Penstabil Dan Konsentrasi Zat Penstabil Terhadap Mutu *Fruit Leather* Campuran Jambu Biji Merah Dan Sirsak. Skripsi. Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Nursiwi, Widowati Dan Prasetyowati. 2014. Pengaruh Penambahan Gum Arab Terhadap Karakteristik Fisikokimia Dan Sensoris Fruit Leather Nanas (*Ananas Comosus L.Merr*). Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

Okilya, S., I.M. Mukisa and A.N. Kaaya. 2010. Effect of solar drying on the quality and acceptability of jackfruit leather. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*. 9(1): 101-111.

Oktoratribuana, Daniel. 2015. Pengaruh Penggunaan Pati Sagu dan Aren (Alami Dan Hmt) Terhadap Kualitas Tekstur Bakso Sapi. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor

Oliver, M.C., Hector B.E.B., Medina, C.O.N., Chaverri, J.P., Islas, R.T and Alquicira, E.P. 2015. Optimization of the antioxidant and antimicrobial response of the combined effect of nisin and avocado by products. *Journal Food Science and Technology* 65(1): 46-52.

Parker, R. 2003. *Introduction To Food Science*. Delmar. United States Of America.

Pertiwi. (2013), Laporan Praktikum Teknologi Buah dan Sayur. Access :20/3/2016.

Pino, J. A. and Yanet F. 2013. Odour-active compounds in banana fruit cv giant cavendish. *Journal Food Chemistry*. 141(2): 795–801.

Pisoschi, A.M and Negulescu, G.P. 2011. Methods for total antioxidant activity determination: a review. *Biochem & Anal Biochem*. 1(1): 1-10

Prabawati, S., Suyanti dan Dondy A. S. 2008. Teknologi Pascapanen dan Teknik Pengolahan Buah Pisang. Makalah Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian.

Pradana, Galih Wendih., Agoes Mardiono Jacob dan Ruddy Suwandi. 2017. Karakteristik tepung pati dan pektin buah pedada serta aplikasinya sebagai bahan baku pembuatan edible film. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(3): 609-619.

Praseptiangga, Danar.,Theresia Pramita Aviany dan Nur Her Riyadi Parnanto. 2015. Pengaruh Penambahan Gum Arab Terhadap Karakteristik Fisikokimia Dan Sensoris *Fruit Leather* Nangka (*Artocarpus Heterophyllus*). Skripsi Program Studi Ilmu Dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret.

Prasetyowati, Karina Permata Sari dan Healty Pesantri. 2009. Ekstraksi Pektin Dari Kulit Mangga. *Jurnal Teknik Kimia*. 16(4): 42-49

Pratiwi, Annisa Ayu. 2017. Pengaruh Konsentrasi Maizena Dan Lama Pemasakan Dengan Suhu Tetap Terhadap Karakteristik Lempok Apel Manalagi. Skripsi Teknologi Hasil Pertanian. Universitas Brawijaya.

Prihatman, K. 2000. Tentang Budidaya Tanaman: Apel. [Http :// Bebas.Vism.Org/V13 / Data / Budidaya % 20 pertanian / Buah / Apel.Pdf](http://Bebas.Vism.Org/V13/Data/Budidaya%20pertanian/Buah/Apple.Pdf). Tanggal Akses 28/12/2017

Purves, Augustine. 2001. *Neuroscience 2nd Edition*. Sinauer Associates. Sunderland.

Putri, I. R., Basito dan Widowati,E. 2013. Pengaruh konsentrasi agar-agar dan karagenan terhadap karakteristik fisik,kimia, dan sensori selai lembaran pisang (*musa paradisiaca* l.) varietas raja bulu. *Jurnal Teknosains*. 2 (3): 112-120.

Raab, C and N. Oehler. 2000. *Making Dried Fruit Leather*. Extention Foods and Nutrition Specialist. Departement of Agriculture. Oregon State University.

Rabah, A. A. dan Abdalla, E.A. 2012. Decolorization of acacia seyal gum arabic. Annual conference of postgraduate studies and scientific research hall, khartoum. *Republic of Sudan*. 1(4):33-37.

Rahardjo Ib, Effendie K dan Marwoto B. 2005. Profil Komoditas Tanaman Hias Menunjang Strategi Penelitian Untuk Pengembangan Agribisnis Florikultura. Laporan Akhir. Balai Penelitian Tanaman Hias. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Hortikultura.

Rahman, S.M. 2007. *Handbook of food preservation*. 2nd edition. CRC press.

Rahmanto, S. A, Parnanto, N. HR dan Nursiwi, A. 2014. Pendugaan umur simpan *fruit leather* nangka (*artocarpus heterophyllus*) demean penambahan gum arab menggunakan metode *accelerated shelf life test* (aslt) model arrhenius. *Jurnal Teknosains Pangan*. 3(3):35-43

Ramadhan, Karina., Windi Atmaka., dan Esti Widowati. 2015. Kajian pengaruh variasi penambahan xanthan gum terhadap sifat fisik dan kimia serta organoleptik *fruit leather* kulit buah naga daging super merah (*hylocereus costaricensis*). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. 8(2):115-122.

Ramadhan, M. Ricky., Noviar Harun dan Faizah Hamzah. 2015. Kajian pemanfaatan buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) dan mangga (*Mangifera indica linn*) dalam pembuatan *fruit leather* sagu. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian* 14(1): 23-31

Ramamoorthy, P.K., and Bono. 2007. Antioxidant activity, total phenolic and flavonoid content of morinda citrifolia fruit extracts from various extraction processes. *Journal of Engineering Science and Technology*. 2(1): 70-80

Rao, A.V and Rao, L.G. 2007. Carotenoids and human health. *Journal Pharmacological Research*. 55(3): 207-216.

Rewthong, O., S. Soponronnarit, C. Taechapairoj, P. Tungtrakul, and S. Prachayawarakorn. 2011. Effects of cooking, drying and pretreatment methods on texture and starch digestibility of instant rice. *Journal of Food Engineering*. 103(3) : 258–264.

Reyes, L.F., Cisneros-Zevallos, L. 2003. Wounding stress increases the phenolic content and antioxidant capacity of purple-flesh potatoes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51(18): 5296–5300.

Risti, Andika Pranata dan Netti Herawati. 2017. Pembuatan *fruit leather* dari campuran buah sirsak (*Annoma muricata* l.) dan buah melon (*Cucumis melo* l). *Jurnal Fakultas Pertanian*. 4(2):17-24

Rivatnen, Tk. 2013. Ripened Chesse: The Effects Of Fat Modifications On Sensory Characteristic And Fatty Acid Composition. Disertasi. Helsinki (Fi): University Of Helsinki.

Rosenthal, A.J. 1999. *Relation Between Instrumental And Sensory Measures Of Food Texture*. Aspen Publishers Inc, Gaithersburg, Md.

Rouse, A.H. 1977. Pectin: Distribution, Significance di dalam Nagy, S., P. E. Shaw dan M.K. Veldhuis (eds). *Citrus Science and Technology Volume 1*. The AVI Publishing Company Inc, Westport, Connecticut.

Ruel, M.T., N. Minot and L. Smith, 2005. Patterns and determinants of fruits and vegetable consumption in sub-saharan africa. Paper For The Joint Fao/Who Workshop On Fruit And Vegetables For Health, 1-3 September, Kobe, Japan.

Ruiz, Natalia A. Quintero, Silvana M. Demarchi, J. Facundo Massolo A, Luis M. Rodoni and Sergio A. Giner. 2012. Evaluation of quality during storage of apple leather. *Journal Food Science And Technology*. 47(2): 485-492

Ryan, Nopriansyah. 2011. Proses Ekstraksi. <http://scribd.com/doc/71155560/prosesekstraksi>. Diakses Tanggal 6 Juni 2018.

Sa'adah, Lailufary . I.N. 2015. Karakterisasi minuman sari apel produksi skala mikro dan kecil dikota batu kajian pustaka. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 3(2): 374-380.

Safitri, Anisa Arga. 2012. Studi Pembuatan Program Studi Ilmu Dan Teknologi Pangan Jurusan Teknologi Pertanian Universitas Hasanuddin Fruit Leather Mangga-Rosella. Skripsi. Ilmu Dan Teknologi Pangan. Universitas Hasanuddin. Makasar.

Singh, J. P., Kaur, A., Shevkani, K., & Singh, N. (2015). Influence of jambolan (*syzygium cumini*) and xanthan gum incorporation on the physicochemical, antioxidant and sensory properties of gluten-free eggless rice muffins. *International Journal Of Food Science and Technology*. 50(5): 1190–1197.

Sinurat, Ellya dan Murniyat. 2014. Effect of drying time and temperature on the quality of jelly candy. *Jurnal Perikanan*. 9(2): 133-142

Slavin, Joanne L. 2005. Dietary fiber and body weight. *Journal Nutrition*. 21(3): 411-418

Soelarso, B. 1996. *Budidaya Apel*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.

Soemarto. 2004. Mempelajari Pengaruh Penambahan Gum Arab, Karagenan Dan Tepung Terigu Pada Pembuatan "Udang Cetak". Skripsi. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan. IPB, Bogor.

Sohibulloh, I., Hidayati, D dan Burhan. 2013. Karakteristik manisan nangka kering dengan perendaman gula bertingkat. *Jurnal Agrointek*. 7(2):84-89.

Someya, S., Yoshiki, Y and Okubo, K. 2002. Antioxidant compounds from bananas (*musa cavendish*). *Journal Food Chemistry*. 79(3): 351–354.

Stone, H and Sidel, J.L. 2004. *Sensory Evaluation Practices*, 3rd edition. USA Press.

Sudarmadji, Slamet., Bambang Haryono dan Suhardi. 2010. *Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty. Yogyakarta.

Sufrida dan Maloedyn S. 2007. *30 Ramuan Penakluk Hipertensi. Edisi 1*. Jakarta: Agromedia Pustaka.

Sufrida Y, Irlansyah, Edi J dan Mufatis W. 2007. *Khasiat dan Manfaat Apel*. Jakarta: Agro Media.

Suhardi. 1997. Perubahan tanin, asam malat, asam sitrat dan vitamin c dalam salak pondoh selama periode perkembangan buah. *Buletin Agro Industri* 3(2): 38-44.

Suhartono, E., Fujiati dan Aflanie, I. 2002. Oxygen toxicity by radiation and effect of glutamic piruvat transamine (gpt) activity rat plasma after vitamine c treatmen. Diajukan pada International seminar on Environmental Chemistry and Toxicology, Yogyakarta.

Sukasih E, Haliza W, Purwani Ey, Agustinisari I dan Setyadjit. 2008. Kemampuan rhamnosidase dari isolat kapang untuk hidrolisis naringin jeruk siam. *Jurnal Pascapanen*. 5(1): 41-50.

Sulaiman, S. F., Sajak, A. A. B., Ooi, K. L and Seow, E. M. 2011. Effect of solvents in extracting polyphenols and antioxidants of selected raw vegetables. *Journal Of Food Composition And Analysis*. 24(4): 506–515.

Sulistiyowati and Misnawi. 2008. Effects of alkali concentrations and conching temperature on antioxidant activity and physical properties of chocolate. *International Research Food Journal*. 15(3): 297-304.

Sunggono, Bagus. 2016. *Statistik Daerah Kota Batu 2016*. Buku Katalog Bps 11920018579.

Susanti, Ratna Frida., Judy Retti Witono dan Petrick Cakasana. 2016. Studi Pengolahan Buah Pepaya Menjadi Fruit Leather dan Manisan Pepaya Bernutrisi Tinggi. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat. Universitas Katolik Parahyangan.

Suseno. Thomas.I.P., N. Fibria dan Nita dan Kusumawati. 2008. Pengaruh pengganti sirup glukosa dengan sirup sorbitol dan penggantian butter dengan salatrim terhadap sifat fisikokimia dan organoleptik kembang gula karamel. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*. 7(1): 1-18.

Suyatma, Edhi Nugraha. 2010. *Texture Profile Analyze*. Bahan Ajar. Institut Pertanian Bogor.

Syamsul Hidayat, S.S. dan J.R. Hutapea. 1991. *Inventaris Tanaman Obat Indonesia*. Departemen Kesehatan RI. Jakarta.

Syarifudin A, Yuniarta. 2015. Karakteristik *edible film* dari pektin albedo jeruk bali dan pati garut. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(4): 1538-1547.

Szczesniak As. 2002. Texture Is A Sensory Property. *Journal of Food Quality And Preference* 13(2) : 215-225.

Tangendjaja B., E. wina, T. Ibrahim dan B. Palmer. 1992. Kaliandra (*Calliandra calothyrsus*) dan Pemanfaatannya. Balai Penelitian Ternak dan The Australian Center for International Agricultural Research (ACIAR).

Tatali, D. 2010. Pembuatan Fruit Leather dari Campuran Buah Nenas dan Pisang <http://epetani.deptan.go.id/budidaya/pembuatan-fruit-leather-dari-campuranbuah-nenas-dan-pisang>. Diakses pada 25 Januari 2017.

Tethool., E.F. 2011. Pengaruh Heat Moisture Treatment, Penambahan Gliserol Monostearat Serta Rasio Campuran Tepung Singkong Dan Pati Sagu Terhadap Sifat Fisikokimia Sohun. Tesis. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Tharanathan, Rn. 2005. Starch value addition by modification. *Critica Review In Food Science And Nutrition*. 45(5):374.

Tian, S.J., J.E. Rickard and J.M.V. Blanshard. 1991. Physicochemical properties of sweet potato starch. *Journal. Science of Food Agriculture*. 57(4): 459-491.

Torley, P.J., De Boer, J., Bhandari, B.R., Kasapis, S., Shrinivas, P., Jiang, B. 2008. Application of the synthetic polymer approach to the glass transition of fruit leathers. *Journal Food Engineering*. 86 (2):243-250.

Torres, C. A., Romero, L. A., and Diaz, R. I. 2015. Quality and sensory attributes of apple and quince leathers made without preservatives and with enhanced antioxidant activity. *Journal Food Science And Technology*. 62(2): 996-1003

Tranggono, S., Haryadi, Suparmo, A. Murdiati, S. Sudarmadji, K. Rahayu, S. Naruki dan M. Astuti. 1991. *Bahan Tambahan Makanan (Food Additive)*. Ilmu Pangan Dan Gizi UGM, Yogyakarta

Triono, Agus. 2010. Pengaruh konsentrasi ragi terhadap karakteristik sari buah dari beberapa varietas pisang (*musa paradisiaca l*). Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan. (5): 1-7

Untung, Onny. 1994. *Jenis Dan Budi Daya Apel*. Jakarta: Penebar Swadaya.

USDA, (National Nutrient Database For Standard Reference). 2009. Apples, raw, without skin. <http://www.nal.usda.gov> (Diakses 1 Januari 2017)

Utomo, Siswo., Herla Rusmarilin dan Mimi Nurminah. 2014. Pengaruh perbandingan sirsak dan daun katuk dengan konsentrasi gum arab terhadap mutu *fruit leather* berlapis coklat. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*. 2(4): 1-10

Vaclavik, V and Christian, E.W. 2007. *Essentials of Food Science*. Springer. New York

Valenzuela, C and J.M. Aguilera. 2013. Aerated apple leathers: effect of microstructure on drying and mechanical properties. *Drying Technology International Journal*. 31(16): 1951–1959.

Valenzuela, Catalina and José Miguel Aguilera. 2015. Effects of different factors on stickiness of apple leathers. *Journal Of Food Engineering*. 149: 51–60.

Van den Berg, C. 1981. *Vapour Sorption equilibrium and other water starch interaction; a physico-chemical approach*. Food and Bioprocess Engineering. Wageningen. USA.

Vijayakumar, S., Presannakumar, G and Vijayalakshmi, N. R. 2008. Antioxidant activity of banana flavonoids. *Journal Fitoterapia*. 79(4): 279–282.

Vijayanand P., Yadev A.R., Balasubramanyan N and Ana Narasimhan P. 2000. Storage stability of guava fruit bar prepared using a new process. *Journal Food science and Techonologie*. 33(2) 132-137.

Wagiyono, 2003. *Menguji Kesukaan Secara Organoleptik*. Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah. Departemen Pendidikan Nasional.

Wall, Marisa. M. 2006. Ascorbic acid, vitamin a, and mineral composition of banana (*musa sp.*) and papaya (*carica papaya*) cultivars grown in hawaii. *Journal Of Food Composition And Analysis*. 19(5): 434–445.

Watada, A. E., Abbott, J. A., & Hardenburg, R. E. (1980). Sensory characteristics of apple fruit. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 105: 371-375.

Whistler and H. Be Miller. 2012. *Industrial Gums, Polisaccharides and Their Derivates*. Academic Press, London.

Wibowo, Philip., Julius Adi Saputra., Aning Ayucitra., Laurentia Eka Setiawan. 2008. Isolasi pati dari pisang kepok dengan menggunakan metode *alkaline steeping*. *Jurnal Widya Teknik*. 7(2):113-123

Widjanarko, Simon B. 2008. Gelatinisasi Pati/ adonan Berbasis Pati. <https://simonbwidjanarko.wordpress.com/2008/06/20/gelatinisasi-pati-adonan-berbasis-pati/>. Diakses Tanggal 10 Mei 2018.

Widyaningsih S, Kartika D dan Nurhayati Yt. 2012. Pengaruh penambahan sorbitol dan kalsium karbonat terhadap karakteristik dan sifat biodegradasi film dari kulit pisang. *Jurnal Molekul*. 7(1): 69-81.

Widyaningtyas, M. dan Susanto, W. H. 2014. Pengaruh jenis dan konsentrasi hidrokoloid (carboxy methyl cellulose, xanthan gum, dan karagenan) terhadap karakteristik mie kering berbasis pasta ubi jalar varietas aseking. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(2): 417-423.

Wijaya. 2013. *Manfaat Buah Asli Indonesia*. PT Gramedia, Jakarta.

Wildman, Robert E. C. 2001. *Handbook Of. Nutraceuticals And. Functional Foods*. Second Edition. Crc Press .London.

Willats, Wgt., J. Paul Knox and Jorn D.M, 2006. Pectin: new insights into an old polymer are starting to gel. *Journal Trends In Food Science & Technology*. 17(3): 97-104.

Williams, A. A. and Carter, C. S. 1977. A language and procedure for the sensory assessment of Cox's orange pippin apples. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 28(2):1090-1104.

Winarno, F.G. 2008. *Kimia Pangan Dan Gizi*. Mbrio: Press. Bogor.

Winarti, S, Jariyah dan Ratih, A, K. 2015. Penambahan sorbitol pada *fruit leather* jambu biji merah untuk memperbaiki karakteristik dan daya simpan. *Prosiding Seminar Agroindustri dan Lokakarya Nasional FKPT-TPI*, Surabaya

Winarti, Sri. 2008. Pemanfaatan buah mengkudu (*Morinda citrifolia*) dan kelopak bunga rosela (*Hibiscus sabdariffa* Linn) untuk pembuatan *fruit leather*. *Jurnal Agritech*. 28(1):22-27

Wiratni, S., Distantina, Fadilah, Rochmadi dan Moh. Faturuzzi. 2010. Seminar Rekayasa Kimia dan Proses. Proses Ekstraksi Karagenan Dari *Euchema Cottoni*.

Wu Y, Fengying G, Peter RC, Jiugao Y and Xiaofei M. 2009. Effect of agar on the microstructure and performance of potato starch film. *Carbohydr Poly*. 76: 299-304.

Wulandari. 2011. Optimasi Formula Brownies Berbasis Tepung Talas Banten (Xanthosoma Undipes K. Koch) Sebagai Pangan Sumber Serat. Skripsi. Fakultas Ekologi Manusia. IPB, Bogor

Yahia, Elhadi M. 2010. *Apple Flavour In Horticultural*. Inc. Oxford, Uk.

Yolanda, Stevany. 2015. Uji Ambang Mutlak Lima Rasa Dasar Pada Sample Penduduk Jawa Bagian Barat, Tengah, Dan Timur Dengan Metode 3-Afc (Alternative Forced Choice). Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang

Yulianti S, Irlansyah, Junaedi E dan Mufatis. 2007. *Khasiat dan Manfaat Apel*. Jakarta (ID): AgroMedia Pustaka.

Yunita, Seila. 2013. Pengaruh jumlah pektin dan gula terhadap sifat organoleptik jam buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*). *Jurnal Tata Boga*. 2(2): 1-10.

Yuwono, Sudarminto S dan Tri Susanto. 1998. *Pengujian Fisik Pangan*. Universitas. Brawijaya. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian.

Zeleny, M. 1982. *Multiple Criteria Decision Making*. Mc Graw Hill Book Company, New York.

Zhao X, Carey EE, Young JE, Wang W and Iwamoto T. 2007. Influence of organic fertilization, high tunnel environment, and postharvest storage on phenolic compounds in lettuce. *Journal Horticultture science*. 42(1): 71-76.

Zuhra, C.F 2006. *Flavor (Cita Rasa)*. Karya Ilmiah. Universitas Sumatera Departemen Kimia. Medan.

Zulkipli, Fernisa Maharani Putri. 2016. Penambahan Konsentrasi Bahan Penstabil Dan Gula Terhadap Karakteristik Fruit Leather Murbei (*Morus nigra*). Skripsi. Teknologi Pangan. Universitas Pasundan. Bandung.