



**PENGARUH PENAMBAHAN PEKTIN DAN SIRUP GLUKOSA
TERHADAP KARAKTERISTIK FISKOKIMIA
VEGETABLE LEATHER WORTEL (*Daucus carota L.*)**

SKRIPSI

Oleh:

LINTANG KUSUMANING RADITYO

NIM 155100107111025



JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2019



**PENGARUH PENAMBAHAN PEKTIN DAN SIRUP GLUKOSA
TERHADAP KARAKTERISTIK FISKOKIMIA
VEGETABLE LEATHER WORTEL (*Daucus carota L.*)**

Oleh:

LINTANG KUSUMANING RADITYO

NIM. 155100107111025

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Teknologi Pertanian**



JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2019



RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Cilegon, Banten pada tanggal 19 Mei 1997, anak satu-satunya dari Bapak Hari Radityo dan Ibu Retno Pangestu Kusumawardhani. Penulis memulai pendidikannya di Playgroup Irmada, dan melanjutkan ke TK Al-Azhar Syifa Budi YPWKS Cilegon. Kemudian melanjutkan pendidikan di SD Al-Azhar Syifa Budi YPWKS Cilegon pada tahun 2003 dan selesai pada tahun 2008. Pada tahun 2008, penulis melanjutkan pendidikannya ke SMP Al-Azhar Syifa Budi YPWKS Cilegon dan selesai pada tahun 2011, selanjutnya penulis melanjutkan

ke pendidikan ke SMA Negeri 2 Krakatau Steel Cilegon dan selesai pada tahun 2014. Penulis memulai pendidikan di jenjang perkuliahan pada tahun 2015 di Universitas Brawijaya, Malang, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian. Pada tahun 2019, penulis menyelesaikan pendidikan S1-nya. Selama masa pendidikannya, penulis ikut serta dalam organisasi dan kepanitiaan di jurusan. Pada tahun 2015, penulis menjadi bagian dari staff magang HIMALOGISTA FTP UB. Penulis memiliki pengalaman kepanitiaan sebagai anggota divisi acara OPJH THP 2016 dan anggota divisi dana dan sponsor Gala Dinner Arcapada Dwipantara 2017.

**PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Lintang Kusumaning Radityo

NIM : 155100107111025

Jurusan : Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas : Teknologi Pertanian

Judul : Pengaruh Penambahan Pektin dan Sirup Glukosa Terhadap

Karakteristik Fisikokimia Vegetable Leather Wortel (*Daucus carota L.*)

Menyatakan bahwa,

Tugas Akhir dengan judul di atas merupakan karya asli penulis tersebut diatas. Apabila di kemudian hari terbukti pernyataan ini tidak benar, saya bersedia dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Malang, 17 Maret 2019

Pembuat Pernyataan,

Lintang Kusumaning Radityo

NIM. 155100107111025



LINTANG KUSUMANING RADITYO. 155100107111025. Pengaruh Penambahan Pektin dan Sirup Glukosa Terhadap Karakteristik Fisikokimia *Vegetable Leather* Wortel (*Daucus carota L.*). Tugas Akhir. Pembimbing: Ahmad Zaki Mubarak, STP., M.Si., Ph.D. Elok Waziroh, STP., M.Si

RINGKASAN

Tingkat konsumsi sayur dan buah penduduk Indonesia (108,8 gram/orang/hari) masih jauh dari anjuran konsumsi sayuran dan buah-buahan yang didasarkan pada pola gizi seimbang dari *World Health Organization* (WHO) (400 gram/orang/hari). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa konsumsi sayuran dan buah-buahan dapat membantu menjaga kestabilan tekanan darah, kadar gula dan kolesterol darah. Sebaliknya, kurangnya konsumsi sayur dan buah dapat mengakibatkan defisiensi vitamin dan mineral, metabolisme tubuh tidak lancar, meningkatkan resiko konstipasi, hingga kanker usus besar. Oleh karena itu, dilakukan upaya peningkatan konsumsi sayur dan buah-buahan oleh penduduk Indonesia, salah satunya adalah dengan mengolah sayuran menjadi camilan yang sehat, bergizi, dan menarik, yaitu *vegetable leather* wortel.

Wortel merupakan sayur umbi berwarna oranye cerah yang memiliki cita rasa yang khas serta mengandung komponen gizi yang baik, seperti serat dan senyawa-senyawa bioaktif diantaranya beta karoten, serta berbagai vitamin dan mineral. Kandungan gizi dan senyawa bioaktif yang tinggi pada wortel tersebut sangat mendukung untuk dijadikan camilan sehat, bergizi, dan memiliki penampilan yang menarik seperti *vegetable leather* wortel karena warnanya oranye yang khas. Pembuatan *vegetable leather* wortel dilakukan dengan mencampurkan *puree* wortel dengan bahan tambahan pangan seperti pengental yaitu pektin dan sirup glukosa kemudian dilakukan pengeringan pada suhu dan waktu tertentu. *Vegetable leather* berupa lembaran tipis, memiliki tekstur yang plastis dan kenyal serta warna yang khas dari bahan baku yang digunakan. Sehingga *vegetable leather* dapat dinikmati oleh semua kalangan mulai dari anak-anak hingga orang dewasa.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui adanya pengaruh penambahan pektin dan sirup glukosa pada konsentrasi tertentu terhadap karakteristik fisik dan kimia *vegetable leather* wortel serta interaksi antara konsentrasi penambahan pektin dan sirup glukosa. Penelitian ini disusun menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAK) Faktorial, dengan melibatkan dua faktor. Faktor I adalah penambahan



pektin yang terdiri dari 3 level (3%; 4%; 5%). Faktor II adalah penambahan sirup glukosa yang terdiri dari 3 level (5%; 10%; 15%).

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh kadar air seluruh perlakuan meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi pektin dan sirup glukosa. Parameter fisik saling berinteraksi satu sama lain, semakin tinggi tingkat kekerasan, maka semakin tinggi pula kuat tarik dan elongasi. Perlakuan terbaik *vegetable leather* wortel yaitu perlakuan P2G2 dengan konsentrasi pektin 4% dan sirup glukosa 10%. Hasil analisis fisik perlakuan terbaik meliputi kekerasan, kuat tarik, elongasi, kecerahan (*L), kemerahan (*a), dan kekuningan (*b) secara berturut-turut yaitu $14,16 \text{ N} \pm 0,08$; $9,90 \text{ N} \pm 0,35$; $13,61\% \pm 0,03$; $51,40 \pm 1,44$; $26,83 \pm 7,79$; dan $33,58 \pm 11,58$. Hasil analisis kimia perlakuan terbaik meliputi kadar air, protein, lemak, karbohidrat, abu, serat kasar, dan antioksidan secara berturut-turut yaitu $12,35\% \pm 0,29$; $3,50\% \pm 0,19$; $0,19\% \pm 0,02$; $81,05\% \pm 1,36$; $3,60\% \pm 0,18$; $5,63\% \pm 0,00$; dan $94,90\% \pm 0,74$. Hasil uji organoleptik perlakuan terbaik meliputi nilai kesukaan parameter warna 5,90 yang berarti suka; nilai kesukaan parameter aroma 4,46 yang berarti netral; nilai kesukaan parameter tekstur 4,75 yang berarti agak suka; nilai kesukaan parameter rasa 4,42 yang berarti netral; dan nilai kesukaan parameter keseluruhan 4,62 yang berarti agak suka.

Kata Kunci: Pektin, Pengeringan, Sirup Glukosa, *Vegetable Leather*, Wortel



LINTANG KUSUMANING RADITYO. 155100107111025. The Effect of Addition Pectin and Glucose Syrup to Physicochemical of Carrot (*Daucus carota L.*) Vegetable Leather. Tugas Akhir. Pembimbing: Ahmad Zaki Mubarak, STP., M.Si., Ph.D. Elok Waziroh, STP., M.Si

SUMMARY

Fruit and vegetable consumption level of the Indonesian population (108.8 grams/person/day) is still far from the recommended consumption of vegetables and fruits that in accordance with the balanced nutrition pattern from World Health Organization (WHO) (400 grams/person/day). Various studies show that consumption of vegetables and fruits can help maintaining blood pressure stability, sugar levels and blood cholesterol. Otherwise, lack of fruit and vegetable consumption can lead to vitamin and mineral deficiencies, non-smooth metabolism, increasing the risk of constipation and colon cancer. Therefore, efforts are made to increase the consumption of vegetables and fruits by Indonesian population, one of which is to process vegetables into healthy, nutritious, and attractive snacks, namely carrot vegetable leather.

Carrot is a bright orange tuber vegetable which has typical flavor and contains good nutritional components, such as fiber and bioactive compounds like beta-carotene, as well as a variety of vitamins and minerals. The high content of nutrients and bioactive compounds in carrot is very supportive to be used as a healthy, nutritious snack and has a unique appearance like carrot vegetable leather because of its orange color. Making process of carrot vegetable leather is done by mixing carrots puree with food additives such as thickener namely pectin and glucose syrup then drying at a certain temperature and time. Vegetable leather in the form of a thin sheet, has a chewy and elastic texture, and color that is typical of the raw materials used. So vegetable leather can be enjoyed by all people from children to adults.

The goals of this research are to discover the effect of pectin and glucose syrup addition to a certain concentrate towards the physical and chemical characteristics of carrot vegetable leather along with the interactions of the concentration of pectin addition and the glucose syrup. This research was arranged by using Randomized Block Design which includes two factors. The first factor is pectin addition which includes of three levels (3%; 4%; 5%). The second factor which is the glucose syrup addition which consists of three levels (5%; 10%; 15%).



Based on experiment result, obtained water content and physical parameters such as hardness, tensile strength, and elongation of all treatments increased due to the increasing concentration of pectin and glucose syrup. The best formulation of carrot vegetable leather is P2G2 with concentration of pectin 4% and glucose syrup 10%. Physical analysis results of best formulation consist of hardness, tensile strength, elongation, brightness (*L), redness (*a), and yellowness (*b) respectively are $14.16 \text{ N} \pm 0.08$; $9.90 \text{ N} \pm 0.35$; $13.61\% \pm 0.03$; 51.40 ± 1.44 ; 26.83 ± 7.79 ; dan 33.58 ± 11.58 . Chemical analysis results of best formulation consist of water content, protein, fat, carbohydrate, ash, crude fiber, and antioxidant respectively are $12.35\% \pm 0.29$; $3.50\% \pm 0.19$; $0.19\% \pm 0.02$; $81.05\% \pm 1.36$; $3.60\% \pm 0.18$; $5.63\% \pm 0.00$; dan $94.90\% \pm 0.74$. Organoleptic analysis results of best formulation consists of hedonic values of color parameter that is 5.90 means "like", aroma parameter that is 4.46 means "neutral", texture parameter that is 4.75 means "slightly like", taste parameter that is 4.42 means "neutral", and overall parameter that is 4.62 means "slightly like".

Keywords: Carrot, Drying, Glucose Syrup, Pectin, Vegetable Leather



KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul "Pengaruh Penambahan Pektin dan Sirup Glukosa Terhadap Karakteristik Fisikokimia *Vegetable Leather* Wortel (*Daucus carota L.*)". Laporan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya Malang. Sehubungan dengan terselesaikannya penyusunan proposal skripsi ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta yang tidak pernah henti memberikan dukungan dan kasih sayangnya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi hingga tahap akhir.
2. Bapak Ahmad Zaki Mubarak, STP., M.Si., Ph.D dan Ibu Elok Waziroh, STP., M.Si selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan ilmu kepada saya untuk menyelesaikan proposal dan penelitian.
3. Rizky, partner yang dengan sabarnya menerima segala keluh kesah dan tidak pernah lupa untuk selalu optimis dan memberikan semangat kepada penulis.
4. Adityas Narendra, Abdurrachman Faizal dan Destian Fahdi Adam, sahabat sekaligus kakak yang selalu ada untuk saya selama di kota perantauan dalam keadaan susah maupun senang.
5. Aurora Ghassani dan Shafira Anisa M., sahabat sejak TK yang selalu mendukung, menyemangati, dan mengirim doa dari kejauhan.
6. Dhania dan Dayuma, sahabat tercinta yang tidak pernah henti memberikan motivasi dan nilai-nilai kehidupan bagi saya.
7. Heddalina Sitorus yang tidak pernah bosan dan selalu sabar mendampingi selama proses pengerjaan skripsi hingga selesai.
8. Teman-teman seperjuangan yang menemani saya sejak hari pertama di Malang, Lina, Delilla, Anisa, Jovita, Solisa, Yahya, Ardella, Brigita, Rara, Allysandra, Farhan, Salsa, Ijat, Tita, dan Zhafa dalam memberikan pertolongan dan pendampingan sehingga saya dapat menjalankan perkuliahan hingga skripsi saya dengan baik.
9. Teman-teman di jurusan THP yang saling memberikan bantuan kepada satu sama lain dengan tulus.



Demikianlah yang dapat penulis sampaikan, mohon maaf apabila terdapat kesalahan baik dalam penulisan maupun melalui tindakan yang tidak berkenan dalam penyusunan proposal tugas akhir ini. Penulis mengucapkan terima kasih pula kepada semua pihak yang telah memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan penulisan proposal tugas akhir ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis, pembaca, dan semua pihak yang membutuhkan.

Malang, 17 Maret 2019

Penulis



DAFTAR ISI

RINGKASAN	v
SUMMARY	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Hipotesa.....	4
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Vegetable Leather</i>	5
2.2 Bahan Baku.....	10
2.2.1 Wortel.....	10
2.2.2 Pektin.....	13
2.2.3 Sirup Glukosa.....	15
2.2.4 Asam Sitrat.....	17
III METODE PENELITIAN	18
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	18
3.2 Alat dan Bahan.....	18
3.2.1 Alat.....	18
3.2.2 Bahan.....	18
3.3 Metodologi Penelitian.....	19
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	20
3.4.1 Penelitian Pendahuluan.....	20
3.4.2 Penelitian Utama.....	21
3.5 Pengamatan dan Analisa.....	22
3.6 Analisis Data.....	23



3.7 Diagram Alir Pembuatan <i>Leather</i> Wortel.....	24
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Karakteristik Bahan Baku.....	25
4.2 Penelitian Utama.....	26
4.2.1 Kadar Air.....	27
4.2.2 Karakteristik Fisik <i>Vegetable Leather</i> Wortel.....	31
4.2.2.1 Kekerasan.....	31
4.2.2.2 Kuat Tarik.....	34
4.2.2.3 Elongasi.....	38
4.2.2.4 Warna.....	41
4.2.2.4.1 Kecerahan.....	42
4.2.2.4.2 Kemerahan.....	43
4.2.2.4.3 Kekuningan.....	45
4.2.3 Pemilihan Perlakuan Terbaik.....	46
4.2.4 Karakteristik Kimia Perlakuan Terbaik.....	47
4.2.4.1 Kadar Air.....	48
4.2.4.2 Kadar Protein.....	49
4.2.4.3 Kadar Lemak.....	51
4.2.4.4 Kadar Abu.....	52
4.2.4.5 Kadar Karbohidrat.....	53
4.2.4.6 Kadar Serat Kasar.....	54
4.2.4.7 Aktivitas Antioksidan.....	56
4.2.5 Hasil Uji Organoleptik Perlakuan Terbaik.....	58
4.2.5.1 Warna.....	59
4.2.5.2 Aroma.....	60
4.2.5.3 Tekstur.....	61
4.2.5.4 Rasa.....	63
4.2.5.5 Keseluruhan.....	64
V KESIMPULAN DAN SARAN	66
5.1 Kesimpulan.....	66
5.2 Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN	79



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar <i>Vegetable Leather</i>	6
Tabel 2.2 Komposisi Zat Gizi dalam 100 gram Wortel.....	12
Tabel 2.3 Standar Mutu Sirup Glukosa Berdasarkan SNI 01-2978-1992.....	16
Tabel 3.1 Rancangan Penelitian dengan RAK Faktorial.....	19
Tabel 4.1 Hasil Analisa Bahan Baku <i>Puree Wortel (Daucus carota L.)</i>	25
Tabel 4.2 Pengaruh Penambahan Pektin dan Sirup Glukosa Terhadap Kadar Air <i>Vegetable Leather Wortel</i>	29
Tabel 4.3 Perbandingan Kadar Air <i>Vegetable Leather Wortel</i> dengan Literatur.....	30
Tabel 4.4 Pengaruh Penambahan Pektin dan Sirup Glukosa Terhadap Kekerasan <i>Vegetable Leather Wortel</i>	32
Tabel 4.5 Perbandingan Kekerasan <i>Vegetable Leather Wortel</i> dengan Literatur.....	33
Tabel 4.6 Pengaruh Penambahan Pektin Terhadap Kuat Tarik <i>Vegetable Leather Wortel</i>	35
Tabel 4.7 Perbandingan Kuat Tarik <i>Vegetable Leather Wortel</i> dengan Literatur.....	36
Tabel 4.8 Pengaruh Penambahan Sirup Glukosa Terhadap Kuat Tarik <i>Vegetable Leather Wortel</i>	37
Tabel 4.9 Pengaruh Penambahan Pektin dan Sirup Glukosa Terhadap Elongasi <i>Vegetable Leather Wortel</i>	39
Tabel 4.10 Perbandingan Elongasi <i>Vegetable Leather Wortel</i> dengan Literatur.....	40
Tabel 4.11 Pengaruh Penambahan Pektin dan Sirup Glukosa Terhadap Kecerahan, Kemerahan, dan Kekuningan <i>Vegetable Leather Wortel</i>	42
Tabel 4.12 Rata-rata Nilai Kualitas Fisik Produk Komersial.....	46
Tabel 4.13 Pemilihan <i>Vegetable Leather Wortel</i> Terbaik Menggunakan Metode <i>Derringer's Desirability Function</i>	47
Tabel 4.14 Pengaruh Penambahan Pektin dan Sirup Glukosa Terhadap Karakteristik Kimia <i>Vegetable Leather Wortel</i>	48
Tabel 4.15 Hasil Analisa Aktivitas Antioksidan Bahan Baku dan Perlakuan Terbaik dengan Perbandingan Literatur.....	57
Tabel 4.16 Hasil Uji Organoleptik <i>Vegetable Leather Wortel</i> Perlakuan Terbaik.....	59



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Kimia Pektin.....	14
Gambar 2.2 Struktur Kimia Glukosa Bentuk Cincin.....	16
Gambar 2.3 Struktur Kimia Glukosa Rantai α dan β	17
Gambar 2.4 Struktur Asam Sitrat.....	17
Gambar 3.1 Diagram Alir Pembuatan <i>Leather Wortel</i>	24
Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Penambahan Pektin dan Sirup Glukosa Terhadap Kadar Air <i>Vegetable Leather Wortel</i>	27
Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Penambahan Pektin dan Sirup Glukosa Terhadap Kekerasan <i>Vegetable Leather Wortel</i>	31
Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Penambahan Pektin dan Sirup Glukosa Terhadap Kuat Tarik <i>Vegetable Leather Wortel</i>	35
Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Penambahan Pektin dan Sirup Glukosa Terhadap Elongasi <i>Vegetable Leather Wortel</i>	38



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sayur dan buah merupakan sumber berbagai jenis komponen gizi yakni vitamin, mineral dan serat pangan. Konsumsi sayuran dan buah-buahan diperlukan untuk memenuhi kebutuhan beragam gizi mikro supaya tercapai pola makan sehat sesuai pedoman gizi seimbang. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Hermina dan Prihatini (2016) diperoleh bahwa konsumsi sayur dan buah oleh 97,1% penduduk Indonesia pada semua kelompok umur masih rendah dan jauh dari anjuran pola gizi seimbang. Hasil Survei Konsumsi Makanan Individu (SKMI) pada tahun 2014 juga menyatakan bahwa tingkat konsumsi sayur dan buah serta olahannya masih rendah. Data tersebut didukung oleh hasil riset kesehatan dasar yang menyatakan bahwa masih banyak penduduk di Indonesia yang kurang mengonsumsi sayuran dan buah-buahan (Riskesmas, 2013).

Rata-rata tingkat konsumsi sayur dan buah penduduk Indonesia sebanyak 108,8 gram/orang/hari (Hermina dan Prihatini, 2016). Pola gizi seimbang bersandar pada *World Health Organization* (WHO) yang menganjurkan konsumsi sayuran dan buah-buahan sejumlah 400 gram per orang per hari, yaitu 250 gram sayuran dan 150 gram buah. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa konsumsi sayur dan buah penduduk Indonesia tidak sesuai dengan anjuran dari WHO dan pedoman gizi seimbang. Konsumsi sayur dan buah-buahan dapat menjaga kestabilan tekanan darah, kadar gula dan kolesterol darah. Sebaliknya, kurang mengonsumsi sayur dan buah dapat meningkatkan resiko konstipasi hingga kanker usus besar (Riskesmas, 2013), juga mengakibatkan defisiensi vitamin dan mineral sehingga menghambat metabolisme tubuh (Riskesmas, 2014). Oleh sebab itu, tingkat konsumsi sayur dan buah oleh penduduk di Indonesia harus ditingkatkan, didukung dengan sayuran dalam bentuk segar maupun olahan. Untuk produk sayur olahan bisa melibatkan sayuran dengan karakteristik yang unik dan menarik, baik dari segi warna maupun rasa agar masyarakat lebih tertarik untuk mengonsumsinya, seperti hasil olahan dari wortel.

Wortel merupakan sayur umbi berwarna oranye cerah yang memiliki cita rasa yang khas serta mengandung komponen gizi yang baik, seperti senyawa-senyawa bioaktif dan serat pangan sehingga merupakan peluang yang baik untuk diolah menjadi *vegetable leather*. Senyawa bioaktif yang terkandung dalam wortel



diantaranya beta karoten, berbagai jenis vitamin dan mineral. Tingginya kandungan beta karoten dalam wortel baik dikonsumsi untuk menangkal radikal bebas (Srivastava, 2013). Wortel juga kaya akan serat pangan yang dapat memperlancar sistem pencernaan. Dalam 100 gram wortel mengandung air sebanyak 88,29 gram, protein 0,93 gram, lemak 0,24 gram, karbohidrat 9,58 gram, serat pangan 2,8 gram, dan vitamin A sebanyak 16.706 IU (USDA, 2010).

Data dari Badan Pusat Statistik pada tahun 2017 menyatakan bahwa produksi wortel di Indonesia mencapai 537.341 ton per bulan. Tingkat produksi yang cukup tinggi tersebut dimanfaatkan oleh masyarakat untuk mengolahnya menjadi berbagai macam produk seperti keripik, jus, dan stik wortel. Perlu dilakukan pengolahan metode lain pada wortel untuk dijadikan produk inovasi baru yang lebih menarik, namun tetap mempertahankan nutrisi wortel dan dapat disimpan dalam jangka waktu yang cukup lama. Salah satu produk olahan wortel dengan kelebihan tersebut adalah *vegetable leather* wortel. Produksi *vegetable leather* ini juga didorong oleh rendahnya tingkat konsumsi sayuran oleh penduduk Indonesia (Hermina dan Prihatini, 2016). Harapannya dengan diproduksi *vegetable leather* berbahan dasar wortel ini dapat dijadikan *snack* sehat yang dapat membantu meningkatkan minat konsumsi sayuran.

Vegetable leather adalah salah satu jenis produk olahan sayuran yang memiliki daya jual yang baik di pasar internasional karena merupakan sebuah inovasi baru sebagai camilan sehat dengan nilai gizi yang tinggi dan penampilan yang menarik sehingga dapat diminati oleh berbagai kalangan. Menurut Handayani (2014), *vegetable leather* adalah produk berbentuk lembaran tipis yang fleksibel, bertekstur kenyal, dan berbahan dasar dari sayuran yang dikeringkan. Produk *vegetable leather* dapat membantu memperbaiki pola konsumsi sayuran bagi penduduk di Indonesia karena konsumsi *vegetable leather* dapat dijadikan alternatif dalam mengonsumsi sayuran, terlebih bagi anak-anak karena penampilan *vegetable leather* yang menarik dan rasa yang enak. Proses pengolahan *vegetable leather* wortel secara garis besar meliputi pembuatan *puree* wortel, pencampuran bahan, pemasakan, pencetakan, pengeringan, dan pemotongan (Bills, 2010).

Penambahan pektin dan sirup glukosa pada pembuatan *vegetable leather* berfungsi untuk memperbaiki karakteristik fisik *leather*. Pektin berperan sebagai pembentuk gel sehingga dapat menghasilkan *vegetable leather* yang kompak dan elastis. Sirup glukosa juga berfungsi untuk memperbaiki karakteristik produk dan menambah rasa manis. Sirup glukosa dan pektin akan bekerja secara sinergis untuk membentuk tekstur yang baik. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh



Rahmania (2018) dilakukan penambahan tepung agar-agar dan gula pada *fruit leather* pisang kepok untuk memperbaiki kadar air, kuat tarik, dan tekstur dengan faktor penelitian perbedaan konsentrasi tepung agar-agar dan gula. Hasil penelitian Phimphean dkk (2011) pada *leather* nanas menunjukkan bahwa adanya interaksi dari perbedaan konsentrasi pektin (0,5%, 1%, dan 1,5%) dan sirup glukosa (2%, 4%, dan 6%). Di samping itu, penambahan pektin dalam pembuatan *vegetable leather* wortel dapat meningkatkan kadar seratnya. Oleh karena itu, pada penelitian kali ini dilakukan uji coba terhadap pengaruh konsentrasi pektin dan sirup glukosa terhadap karakteristik fisikokimia dan organoleptik *vegetable leather* dari wortel.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi pektin terhadap karakteristik fisik, kimia, dan organoleptik *vegetable leather* wortel?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi sirup glukosa terhadap karakteristik fisik, kimia, dan organoleptik *vegetable leather* wortel?
3. Bagaimana pengaruh interaksi antara pektin dan sirup glukosa yang sesuai untuk menghasilkan produk *vegetable leather* wortel terbaik?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh konsentrasi pektin terhadap karakteristik fisik, kimia, dan organoleptik *vegetable leather* wortel.
2. Mengetahui pengaruh konsentrasi sirup glukosa terhadap karakteristik fisik, kimia, dan organoleptik *vegetable leather* wortel.
3. Mengetahui pengaruh interaksi antara pektin dan sirup glukosa yang sesuai untuk menghasilkan produk *vegetable leather* wortel terbaik.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Menghasilkan produk baru berbahan dasar wortel dalam bentuk *vegetable leather* dengan karakteristik fisik, kimia, dan organoleptik yang baik.
2. Memberikan informasi kepada pembaca mengenai konsentrasi pektin dan sirup glukosa yang tepat untuk menghasilkan *vegetable leather* wortel dengan dengan karakteristik fisik, kimia, dan organoleptik yang baik.



3. Memberikan informasi kepada pembaca untuk memanfaatkan bahan-bahan lokal sebagai produk pangan bernilai gizi tinggi.
4. Meningkatkan nilai ekonomis wortel.

1.5 Hipotesa

Diduga adanya perbedaan konsentrasi pektin (3%, 4%, dan 5%) dan sirup glukosa (5%, 10%, dan 15%) serta interaksi antar keduanya dapat memperbaiki karakteristik fisik dan kimia *vegetable leather* wortel.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Vegetable Leather*

Vegetable leather adalah produk manisan sayuran kering yang diawetkan dengan cara pengeringan dan penambahan gula serta penstabil pada konsentrasi tertentu. *Vegetable leather* juga dapat diartikan sebagai *snack* atau makanan ringan yang dibuat dari bubur sayuran yang dikeringkan hingga menjadi lembaran tipis dengan tekstur yang kenyal dan rasa yang sedikit manis (Irwandi dkk, 2008). Pada dasarnya, *vegetable leather* diolah dengan cara mengeringkan bubur atau *puree* sayuran hingga diperoleh lembaran dengan ketebalan tertentu. Dapat pula ditambahkan pemanis pada adonan *vegetable leather* jika diinginkan. Selain *vegetable leather* umumnya juga dikenal *fruit leather* yang dibedakan oleh bahan bakunya. Dimana *vegetable leather* berasal dari sayuran, sedangkan *fruit leather* terbuat dari buah-buahan. Bills dkk (2010) menyatakan bahwa *vegetable leather* merupakan *snack* yang lebih sehat daripada permen, karena proses pembuatannya yang sederhana dan menggunakan bahan-bahan alami serta penambahan sedikit pemanis.

Pada proses pengolahan *vegetable leather*, ditambahkan bahan-bahan yang dapat bekerja secara sinergis untuk membentuk gel, seperti bahan pembentuk gel dan pemanis. Sebab kedua jenis bahan tersebut akan berinteraksi membentuk tekstur kenyal dan plastis (Mitchell, 2006). Bahan pembentuk gel yang umum digunakan dalam pembuatan *vegetable leather* antara lain pektin, gum arab, karagenan, dan lain-lain. Sedangkan pemanis yang umum digunakan diantaranya sukrosa, sirup glukosa, sorbitol, madu, dan lain sebagainya. Standar *vegetable leather* yang baik menurut penelitian sebelumnya dapat dilihat pada **Tabel 2.1**.



Tabel 2.1 Standar *Vegetable Leather*

Parameter	Nilai
Kadar air	10-20% ¹
Aktivitas air (aw)	Di bawah 0,7 ¹
Tekstur	Liat dan kompak ²
Plastisitas	Bisa digulung dan tidak mudah patah ²
Kenampakan	Mengkilat menyerupai kulit ¹
Warna	Khas dari bahan baku ¹
Aroma	Khas dari bahan baku ¹
Citarasa	Khas dari bahan baku ¹

Sumber:

1. Nurlaely (2002)
2. Historiarsih (2010)

Beragam penelitian mengenai *vegetable leather* sudah dilakukan sebelumnya, dengan berbagai varian bahan baku sayuran dan bahan tambahan pangan yang berbeda. Misalnya pada penelitian *vegetable leather* campuran buah sirsak dan wortel yang dilakukan oleh Ramadhani (2016) dengan penambahan karagenan dan gula. Prasetyowati dkk (2014) melakukan penelitian pada *vegetable leather* campuran buah nanas dan wortel dengan penambahan gum arab dan sorbitol. Adapula riset mengenai *vegetable leather* timun suri dengan penambahan CMC (*carboxy methyl cellulose*) dan gula (Aziz dkk, 2010). Hasil riset lain mengenai *vegetable leather* diantaranya *vegetable leather* daun katuk dengan kajian penambahan gliserol (Ariesta 2016) dan *vegetable leather* campuran mentimun dan brokoli dengan kajian penambahan gum arab (Rodiyanti dkk, 2017). Berbagai macam riset *vegetable leather* terdahulu menghasilkan produk yang memiliki karakteristik berbeda satu sama lain. Perbedaan karakteristik tersebut dipengaruhi oleh pemilihan bahan baku, bahan penstabil dan pemanis, serta proses pengolahannya, baik dari segi kimia, fisik, maupun organoleptik.

Vegetable leather memiliki beberapa kelebihan, yaitu mempunyai umur simpan yang awet karena pada prosesnya mengalami penurunan kadar air, nutrisi yang terkandung tidak banyak berubah, dan proses pengolahannya yang mudah dan sederhana. Biasanya *vegetable leather* ditambahkan sebagai isian ataupun *topping* beberapa produk pangan, seperti *cake*, pai, *pudding*, ataupun dikonsumsi secara langsung sebagai camilan (Robinson, 2012). Pada proses pembuatannya, dapat digunakan satu jenis atau mengkombinasikan beberapa jenis sayuran atau buah-



buah untuk menghasilkan perpaduan karakteristik *vegetable leather* atau *fruit leather* yang unik.

Proses pengolahan *vegetable leather* meliputi beberapa tahap, yaitu sortasi, pengupasan, pemotongan, pencucian, blansing, penghancuran, pencampuran bahan, pemasakan dan pengeringan. Di bawah ini adalah uraian mengenai tahapan-tahapan proses pengolahan *vegetable leather*:

1. Sortasi

Sortasi dilakukan secara manual dan melalui tampak visual untuk memisahkan bahan baku yang segar dengan yang busuk, dan bahan baku yang cacat dengan yang berkualitas baik. Bahan baku disortir berdasarkan warna, ukuran, dan kerusakannya (Lesmana, 2015). Apabila ada bagian yang mengalami kerusakan seperti kerutan, memar, perubahan warna atau kebusukan maka harus dihilangkan untuk mencegah terjadinya kegagalan produk. Tujuan dari tahap sortasi adalah untuk menghasilkan produk dengan kualitas yang seragam, baik dari segi kenampakan, warna, dan rasa (Bills dkk, 2010).

2. Pengupasan dan pemotongan

Pengupasan dilakukan dengan menghilangkan kulit supaya diperoleh daging buah atau umbi yang dapat langsung diproses atau dikonsumsi. Menurut Delong (2008), pengupasan diperlukan untuk menghilangkan bagian-bagian yang tidak dibutuhkan dalam proses produksi, seperti kulit, tangkai, akar, dan bagian-bagian yang cacat atau busuk. Penghilangan bagian-bagian yang tidak diinginkan tersebut harus dilakukan dengan teliti supaya tidak banyak daging buah yang ikut terbang, sebab akan menurunkan hasil rendemen. Proses pengupasan dilakukan secara manual menggunakan pisau *stainless steel* atau alat pengupas kulit buah dan sayuran. Sedangkan pemotongan adalah proses pengecilan ukuran untuk memudahkan proses penghancuran. Selain itu, pemotongan juga dibutuhkan untuk mempermudah proses blansing supaya uap panas yang terpenetrasi lebih merata (Effendi, 2012).

3. Pencucian

Pencucian dilakukan dengan mencuci irisan-irisan bahan baku yang diletakkan dalam wadah berongga menggunakan air mengalir. Sebaiknya air yang digunakan untuk mencuci bahan baku adalah air yang aman untuk dikonsumsi. Pencucian dapat



dilakukan pada tahap setelah sortasi dan setelah pengupasan atau pemotongan. Tujuan dari proses pencucian adalah untuk membersihkan bahan baku dari debu dan kotoran yang menempel, serta untuk mencegah kontaminasi zat-zat kimia seperti pestisida. Kemudian setelah proses pencucian, bahan baku dapat ditiriskan (Suprapti, 2005).

4. Blansing

Blansing adalah proses yang menggunakan termal pada suhu di bawah 100°C ($75\text{-}95^{\circ}\text{C}$) selama kurang lebih 10 menit. Proses ini umum diaplikasikan pada buah dan sayuran. Blansing bertujuan untuk menginaktifkan enzim seperti enzim peroksidase dan enzim katalase. Kedua enzim tersebut merupakan enzim yang tahan terhadap panas dan berpengaruh terhadap pencoklatan pada buah dan sayuran, perubahan pada warna, tekstur, aroma dan rasa (Estiasih, 2014). Selain itu, proses blansing akan mematikan beberapa jenis mikroba sehingga dapat mengurangi jumlahnya. Oleh sebab itu, blansing dapat memperbaiki bahan dari segi fisik, kimia, organoleptik, dan keamanannya. Blansing dapat melunakkan jaringan tumbuhan sehingga memudahkan dalam pengisian bahan ke dalam wadah, menghilangkan flavor yang tidak diinginkan, mempertahankan warna, mempermudah perlakuan setelah blansing, menghilangkan gas-gas di dalam jaringan tanaman yang dapat mengakibatkan karat pada kaleng, dan menciptakan keadaan vakum yang baik di dalam kaleng (Slamet, 2010).

Ada dua metode blansing yang umum diaplikasikan pada bahan-bahan pangan, yakni blansing dengan air panas atau perebusan (*hot water blanching*), dan blansing dengan uap panas atau pengukusan (*steam blanching*). Pada *hot water blanching*, bahan-bahan dimasukkan ke dalam panci yang berisi air mendidih. Untuk buah dan sayuran yang akan diblansing dengan metode ini, terlebih dahulu dimasukkan ke dalam keranjang kawat lalu dimasukkan ke dalam panci yang sudah berisi air mendidih selama 3-5 menit dengan suhu blansing sekitar $82\text{-}83^{\circ}\text{C}$. Setelah itu, keranjang kawat diangkat dari panci dan buah atau sayuran didinginkan dengan air (Ayu dkk, 2014). Sedangkan pada *steam blanching*, bahan-bahan yang akan diblansing diletakkan pada penutup berlubang yang di bawahnya sudah terdapat air mendidih. Kemudian ditutup dan dibiarkan selama 3-5 menit supaya uap air panas dapat terserap oleh bahan yang dikukus. Selanjutnya bahan dapat dikeluarkan dari dandang dan didinginkan dengan air (Fajar dkk, 2014).



5. Penghancuran

Penghancuran bahan adalah proses menghaluskan irisan bahan baku dengan menggunakan mesin blender. Proses penghancuran dilakukan selama beberapa menit sampai diperoleh *puree* atau bubur. Pada beberapa kasus, pada proses penghancuran dapat ditambahkan air untuk mempermudah proses (Delong, 2006).

6. Pencampuran bahan

Pencampuran bahan adalah proses mencampurkan *puree* dengan bahan tambahan pangan yang diperlukan seperti sirup glukosa, pektin, dan asam sitrat. Proses pencampuran bahan dilakukan dalam suatu wadah. Pada tahap ini, dilakukan proses pengadukan yang bertujuan untuk menghasilkan adonan *vegetable leather* yang homogen sebelum dilakukannya pemasakan (Phimpharian dkk, 2011).

7. Pemasakan

Pemasakan adalah proses memanaskan adonan *vegetable leather* yang sudah homogen menggunakan panci atau *pan* pada suhu antara 65-75°C sampai adonan mendidih. Proses pemasakan dilakukan selama kurang lebih 5 menit. Tujuan dari pemasakan ini adalah untuk membantu proses pembentukan gel dari interaksi antara pengental yaitu pektin dengan gula (Phimpharian dkk, 2011).

8. Pengeringan

Pengeringan adalah metode untuk mengeluarkan atau menghilangkan sebagian air dari suatu bahan dengan cara menguapkannya hingga kadar air setimbang atau kadar air setara dengan nilai aktivitas air (A_w) yang aman dari kerusakan mikrobiologis, enzimatik dan kimiawi. Pengeringan juga dapat diartikan sebagai metode pengawetan bahan pangan dengan penggunaan panas yang dikendalikan oleh kondisi-kondisi untuk menghilangkan sebagian besar air yang terdapat pada bahan makan (Effendi, 2012). Menurut Estiasih (2014), tujuan dari pengeringan diantaranya untuk memperpanjang masa simpan bahan karena melibatkan penurunan kadar air sehingga kerusakan enzim maupun mikroorganisme dapat lebih ditekan, menghasilkan produk yang bernilai ekonomis lebih tinggi, mengurangi berat dan volume, dan mempermudah distribusi karena umumnya bahan yang telah dikeringkan mempunyai berat yang lebih ringan dan bentuk lebih ringkas.



Selama proses pengeringan akan terjadi perpindahan panas dari alat pengering ke bahan, dan perpindahan air atau massa dari bahan ke lingkungan. Pada proses pengeringan biasanya akan terjadi perubahan warna pada bahan yang dipengaruhi oleh suhu. Menurut Robinson (2012), semakin tinggi suhu pengeringan, maka semakin besar perubahan warna yang terjadi. Biasanya untuk pengolahan *vegetable leather* melibatkan proses pengeringan secara vakum atau menggunakan *cabinet*. Sebelum proses pengeringan, *puree* disebar dan diratakan pada *tray* yang sudah dialasi kertas roti atau aluminium foil sampai mencapai ketebalan tertentu. Suhu dan lama pengeringan yang diaplikasikan bervariasi tergantung bahan dan karakteristik yang diinginkan. Namun pada umumnya, suhu yang digunakan untuk pengeringan *fruit* atau *vegetable leather* berkisar antara 54-60°C (130-140°F) selama 5-10 jam (DeLong, 2006). Pada pembuatan *vegetable leather* wortel, suhu pengeringannya sebesar 60°C selama kurang lebih 6 jam.

2.2 Bahan Baku

2.2.1 Wortel

Tanaman wortel (*Daucus carota L.*) berasal dari daerah beriklim subtropis. Wortel pertama kali ditemukan pada 6.500 tahun yang lalu tumbuh secara liar di kawasan Asia Tengah dan Asia Timur, kemudian menyebar luas ke kawasan Eropa, Afrika, Amerika dan berbagai negara hingga ke Indonesia yang beriklim tropis. Penyebaran wortel di Indonesia terpusat di Jawa Barat kemudian berkembang luas ke daerah-daerah dataran tinggi lainnya, seperti Jawa Tengah, Jawa Timur, Sumatera Utara, Bali, Kalimantan Timur, Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan, dan Maluku (Cahyono, 2002).

Wortel merupakan jenis sayuran umbi yang berwarna kuning atau jingga kemerahan, dengan tekstur yang keras dan rasa agak manis. Jenis daun tanaman wortel adalah daun majemuk, menyirip ganda dua atau tiga, dan bertangkai (Lesmana, 2015). Akar tanaman wortel berjenis tunggang dan serabut. Akar tunggang akan membesar dan menjadi bulat panjang hingga yang disebut dengan "umbi wortel". Kemudian akar serabut akan menempel pada umbi wortel, tumbuh menyamping dan berubah warna menjadi putih gading atau kekuning-kuningan (Cahyono, 2002). Suhu yang tepat untuk pertumbuhan wortel adalah sekitar 22-24°C dengan kelembapan dan cahaya matahari



yang cukup. Keistimewaan dari tanaman wortel ini yaitu dapat ditanam sepanjang tahun, baik pada musim hujan maupun musim kemarau (Mulyahati, 2005).

Varietas wortel dibagi menjadi tiga golongan berdasarkan bentuk umbinya, antara lain (Rukmana, 1995):

- a. Tipe Imperator, adalah jenis wortel dengan bentuk umbi bulat panjang dan ujung runcing mirip bentuk kerucut. Panjang umbi antara 20 cm – 30 cm dan rasa yang kurang manis.
- b. Tipe Chantenay, adalah jenis wortel dengan bentuk umbi bulat panjang dan ujung tumpul, serta tidak memiliki akar serabut. Panjang umbi antara 15 cm – 20 cm dan rasa yang manis.
- c. Tipe Nantes, adalah jenis wortel dengan bentuk umbi tipe peralihan antara tipe Imperator dan Chantenay. Panjang umbi dengan bentuk bulat pendek antara 5 cm – 6 cm, dan panjang umbi dengan bentuk bulat agak panjang antara 10 cm – 15 cm.

Wortel dikenal sebagai sayuran yang kaya akan kandungan beta karoten.

Kandungan beta karoten yang tinggi pada wortel membentuk warna kuning, jingga, atau merah. Dalam tubuh, beta karoten akan diubah menjadi vitamin A (retinol), sehingga beta karoten umum dikenal sebagai provitamin A (Adelina dkk, 2013). Beta karoten berperan penting dalam mengobati berbagai penyakit mata, seperti rabun senja, katarak, dan penurunan fungsi retina mata. Di samping itu, beta karoten juga dapat menghambat penyebaran sel kanker, meningkatkan kekebalan tubuh dan membantu proses regenerasi sel (Marliyati dkk, 2012). Serat dalam wortel juga dapat membantu melancarkan sistem pencernaan, mencegah konstipasi dan mencegah kanker usus. Kandungan vitamin yang beragam dapat berperan sebagai antioksidan untuk menghambat radikal bebas dan mencegah penuaan. Selain itu juga mineral-mineral yang terdapat pada wortel dapat membantu jalannya metabolisme dalam tubuh.

Terdapat banyak zat gizi yang terkandung dalam wortel dan sangat bermanfaat bagi tubuh. Di bawah ini adalah kandungan gizi dalam 100 gram wortel.

**Tabel 2.2** Komposisi Zat Gizi dalam 100 gram Wortel

Komposisi Zat Gizi	Jumlah
Energi (kkal)	41
Air (g)	88,29
Protein (g)	0,93
Lemak (g)	0,24
Karbohidrat (g)	9,58
Serat (g)	2,8
Gula total (g)	4,74
Mineral	
Kalsium (mg)	33
Zat besi (mg)	0,30
Magnesium (mg)	12
Fosfor (mg)	35
Kalium (mg)	320
Natrium (mg)	69
Zink (mg)	0,24
Vitamin	
Vitamin C (µg)	5,9
Tiamin (mg)	0,0066
Riboflavin (mg)	0,058
Niasin (mg)	0,983
Vitamin B-6 (µg)	0,138
Asam Folat (µg)	19
Vitamin A (IU)	16706
Vitamin E (mg)	0,66
Vitamin K (µg)	13,2

Sumber: USDA National Nutrient Database for Standard Reference (2018)

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik pada tahun 2017, diketahui bahwa produksi wortel di Indonesia mencapai 537.341 ton per bulan. Akan tetapi, pemanfaatan komoditas wortel di Indonesia masih belum maksimal. Selama periode 2010-2014, Kementerian Pertanian sudah melakukan fasilitasi pengolahan berbagai hasil pertanian dan perkebunan di Indonesia, namun hanya sebatas pada beberapa komoditas lokal. Misalnya padi, tepung berbasis bahan baku lokal dari umbi-umbian yakni singkong, tapioka, sagu, dan ubi jalar, pengolahan karet, kakao, dan kelapa. Sedangkan hasil panen komoditas wortel belum difasilitasi pengolahannya oleh pemerintah. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pada periode tersebut, pemerintah baru memfokuskan pada pengolahan pangan pokok untuk tercapai ketahanan pangan (Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2015).



Banyak cara yang dapat dilakukan untuk mendukung terwujudnya pola gizi seimbang, misalnya dengan menerapkan inovasi-inovasi terbaru pada pengolahan sayuran khususnya wortel. Pengolahan pada wortel bertujuan untuk meningkatkan nilai tambah dari komoditas tersebut. Selain itu juga dapat tercapai target-target lain untuk kepentingan masyarakat, seperti memperbaiki pola gizi seimbang, memperbaiki pola konsumsi sayur, dan juga dapat dijadikan solusi untuk mengatasi berbagai permasalahan atau penyakit yang diakibatkan oleh kurangnya konsumsi sayuran, seperti defisiensi vitamin dan mineral, penyakit mata, penyakit pada sistem pencernaan, gangguan metabolisme, kolesterol, dan lain sebagainya (Hermina dkk, 2016). Wortel juga memiliki kandungan gizi yang sangat beragam, tinggi akan serat, kaya vitamin dan mineral, serta mengandung antioksidan seperti betakaroten yang baik untuk mata dan menangkal radikal bebas (Apriantini, 2009). Oleh karena itu, harus diperhatikan teknik pengolahan komoditas wortel agar tidak merusak kandungan gizi di dalamnya (Adelina dkk, 2013). *Vegetable leather* adalah produk yang tepat untuk olahan wortel karena proses pengolahannya singkat dan tidak menerapkan suhu tinggi, sehingga tidak menurunkan zat gizi yang penting dari wortel.

2.2.2 Pektin

Pektin adalah senyawa heteropolisakarida yang terdiri atas unit-unit α -D-galakturonat yang membentuk rantai ikatan α -1,4 glikosidik. Pektin memiliki gugus metil ester pada strukturnya dan berada dalam bentuk terikat dengan ion logam yaitu ion divalen seperti natrium, kalium, kalsium, dan garam ammonium (Nurviani dkk, 2014).

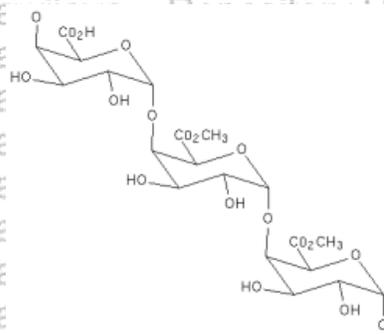
Komponen lain pada pektin yang merupakan komponen minor antara lain L-rhamnosa, D-xilosa, L-arabinosa, D-glukosa dan lain sebagainya. Peran pektin pada tanaman yakni untuk menentukan sifat mekanis dan karakteristik hidrasi pada dinding sel dan melindungi tanaman dari mikroorganisme patogen (Susilawati dkk, 2006).

Komposisi kimia, struktur, dan jumlah senyawa pektin berbeda-beda pada setiap varietas tanaman dan umur dinding sel, serta dari bagian pada tanaman tersebut (Sutioso, 2012). Pada tanaman, pektin dapat ditemukan di dinding sel primer tanaman, tepatnya pada sela-sela antara selulosa dan hemiselulosa. Pektin dapat diperoleh dari hasil ekstraksi pada dinding sel tanaman, misalnya dari kulit jeruk, kulit apel, kulit jambu,



dan lain sebagainya (Grumezescu dkk, 2018). Struktur kimia pektin dapat dilihat pada

Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Struktur kimia pektin (Sutioso, 2012)

Apabila dilihat dari kenampakannya, pektin berbentuk bubuk halus berwarna putih dan hampir tidak berbau. Pektin bersifat koloid reversibel, yaitu dapat dilarutkan dalam air, diendapkan, dikeringkan, dan dapat dilarutkan kembali tanpa mengalami perubahan pada sifat fisiknya. Pektin tidak dapat larut dalam pelarut organik seperti alkohol, metanol, aseton, dan propanol. Berat molekul rata-rata pektin sangat tinggi dan bervariasi tergantung dari sumbernya, namun pada umumnya berkisar antara 50.000 sampai 150.000 g/mol (Nurviani dkk, 2014).

Proses pembentukan gel oleh pektin dipengaruhi oleh beberapa faktor, yakni konsentrasi pektin, persentase gula, dan pH. Penambahan gula akan mempercepat proses pembentukan gel. Semakin besar konsentrasi pektin, maka gel yang terbentuk akan semakin keras. Konsentrasi sebesar 1% dapat menghasilkan kekerasan gel yang cukup baik. Gula yang ditambahkan harus di bawah 65% supaya kristal-kristal di permukaan gel tidak terbentuk kristal-kristal di permukaan gel (Hariyati, 2006).

Keunggulan pektin pada produk *vegetable leather* dibandingkan dengan hidrokoloid lain adalah dapat membentuk tekstur yang lembut dan pelepasan perisa yang baik. Struktur gel yang terbentuk lebih kokoh dibanding hidrokoloid lain karena stabil dan tidak mudah terdegradasi. Pada pembuatan *vegetable leather* juga dilakukan penambahan asam untuk mempercepat pembentukan gel, sehingga bekerja secara sinergis dengan karakteristik pektin yang dapat mengalami proses gelatinisasi dengan cepat saat ditambahkan asam (Astuti dkk, 2016). Menurut Eduardo dkk (2016), pektin tidak hanya mampu mengikat molekul air, namun molekul-molekul lain seperti pigmen-



pigmen warna yang terkandung pada bahan baku *vegetable leather*. Pigmen warna tersebut berperan sebagai antioksidan, sehingga kandungan antioksidan pada produk dapat dipertahankan, juga mempertahankan warna asli dari bahan baku sehingga produk memiliki warna yang menarik dan khas dari bahan baku yang digunakan. Pektin juga dapat menghambat reaksi pencoklatan secara non-enzimatis dan kristalisasi gula sehingga menghambat terjadinya perubahan warna pada produk.

Di industri pangan, pektin memiliki kegunaan yang sangat melimpah. Hidrokoloid seperti pektin biasa digunakan sebagai *gelling agent*, penstabil, pengemulsi, dan untuk memperbaiki tekstur pada produk pangan. Umumnya pektin diaplikasikan pada pembuatan produk pangan seperti *jelly*, selai, es krim, saus tomat, dan lain-lain. Di bidang farmasi, pektin digunakan sebagai campuran untuk pembuatan obat diare (Grumezescu dkk, 2018). Di bidang kecantikan, pektin digunakan sebagai campuran berbagai jenis kosmetik seperti *body lotion*, pasta gigi, sabun, dan minyak rambut (Nurviani dkk, 2014). Pada pembuatan *vegetable leather* maupun *fruit leather*, pektin berperan sebagai pengental dan penstabil massa produk. Jumlah pektin yang ditambahkan akan mempengaruhi kualitas tekstur dari segi kekenyalan, kekuatan, daya patah, dan sifat lengket (*stickiness*) pada *leather* (Huang dkk, 2005).

2.2.3 Sirup Glukosa

Sirup glukosa adalah produk bahan pemanis yang berbentuk cairan, tidak berwarna dan tidak berbau, serta dapat diolah dari bahan pangan yang mengandung pati seperti umbi-umbian, tapioka, pati jagung, dan sagu. Glukosa itu sendiri adalah monosakarida yang merupakan salah satu sumber karbohidrat paling penting untuk manusia, hewan, dan tumbuhan. Menurut Richana (2016), sirup glukosa mengandung D-glukosa, maltosa, dan polimer D-glukosa yang dibuat melalui proses hidrolisis pati secara enzimatik dan melalui hidrolisis asam. Cara enzimatik akan menghasilkan sirup glukosa yang berkualitas tinggi karena nilai *dextrose equivalent*-nya (DE) mencapai 95%. Sedangkan cara hidrolisis akan menghasilkan sirup glukosa dengan nilai DE 55%. Menurut Suprapti (2005), persyaratan mutu sirup glukosa antara lain memiliki kadar gula sebesar 37% berupa *dextrose equivalent*, pH 4,8-5,2, kekentalan 43-44°Be, kadar sulfit 340-400 ppm, dan berwarna putih jernih. Berikut adalah standar mutu sirup glukosa.

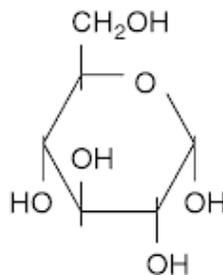


Tabel 2.3 Standar Mutu Sirup Glukosa Berdasarkan SNI 01-2978-1992

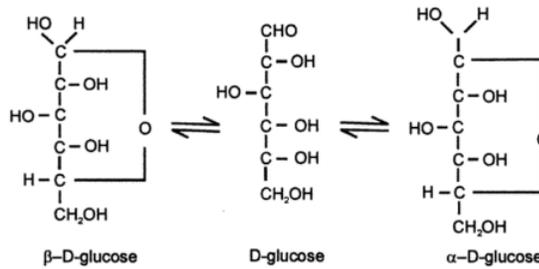
Keadaan	Standar mutu glukosa
Bau	Tidak berbau
Rasa	Manis
Warna	Tidak berwarna
Air (%b/b)	Maks. 20
Abu (%)	Maks. 1
Gula pereduksi (%b/b)	Min. 30
Pati	Tidak nyata
Cemaran logam:	
Timbal (Pb) mg/kg	Maks. 1,0
Tembaga (Cu) mg/kg	Maks. 10,0
Seng (Zn) mg/kg	Maks. 25,0
Arsen (mg/kg)	Maks. 0,5
Cemaran mikroba:	
<i>Total Plate Count</i>	Maks. 5×10^2 koloni/g
Kapang	Maks. 50 koloni/g

Sumber: Badan Standardisasi Nasional (1992)

Kegunaan sirup glukosa di industri pangan cukup bervariasi. Penambahan sirup glukosa pada konsentrasi 25-30% dapat meningkatkan kehalusan tekstur es krim. Pada konsentrasi 75-76% dalam pembuatan permen, sirup glukosa dapat mencegah kerusakan karena mikroorganisme dan menghasilkan kilap pada permukaan permen. Pada pembuatan kue, sirup glukosa berfungsi untuk mencegah kristalisasi sukrosa, menghambat keretakan pada permukaan kue, dan memperpanjang masa simpan kue (Richana dkk, 2016). Menurut Phimpharian dkk (2011), pada pembuatan *vegetable leather*, penambahan sirup glukosa dapat membantu pembentukan gel, memperbaiki tekstur, dan membuat *leather* menjadi lebih mengkilat.



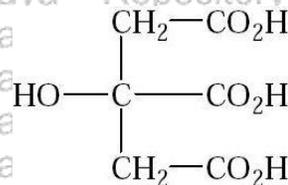
Gambar 2.2 Struktur kimia glukosa bentuk cincin (Mitchell, 2006)



Gambar 2.3 Struktur kimia glukosa rantai α dan β (Joshi dkk, 2004)

2.2.4 Asam Sitrat

Asam sitrat ($C_6H_8O_7$) adalah asam organik yang ditemukan pada buah-buahan seperti jeruk, nanas, dan pir. Secara alami, asam sitrat dapat diperoleh dari hasil ekstraksi dan kristalisasi buah-buahan, namun secara komersial asam sitrat dapat diproduksi dengan cara fermentasi bahan-bahan yang mengandung glukosa dan sukrosa. Dari kenampakannya, asam sitrat berbentuk seperti butiran kristal berwarna putih. Di industri pangan, asam sitrat memiliki peran sebagai pemberi rasa asam dan sebagai pengawet pada makanan dan minuman (Safitri, 2012). Selain itu, asam sitrat juga dapat menambah kekuatan gel pada produk pangan, mencegah pencoklatan secara enzimatik dan menurunkan *after taste* yang tidak diinginkan. Menurut Ramadhani (2016), penambahan asam sitrat dalam pembuatan *vegetable leather* dapat mempercepat pembentukan gel karena sifatnya yang asam. Sebab pembentukan tekstur *vegetable leather* juga tergantung dari derajat keasaman campuran bahan. Gel yang dihasilkan pun akan lebih halus. Konsentrasi asam sitrat yang ditambahkan pada pembuatan *vegetable leather* tergantung dari jumlah dan jenis bahan baku yang digunakan, yakni berkisar antara 0,1-0,3%.



Gambar 2.4 Struktur asam sitrat (Cairns, 2008)



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian *leather* wortel dilakukan di Laboratorium Rekayasa dan Pengolahan Pangan, Laboratorium Kimia dan Biokimia Pangan, dan Laboratorium Analisis Sensoris Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya Malang. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan November 2018 – Maret 2019.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam pembuatan *leather* wortel antara lain baskom plastik, timbangan analitik, timbangan *digital*, blender, pisau *stainless steel*, kompor gas, *pan*, *thermometer*, pengering kabinet, sendok, dan panci pengukus.

Alat yang digunakan untuk analisa *leather* wortel antara lain *tensile strength*, *color reader*, oven listrik, kompor listrik, spektrofotometer, kuvet, desikator, pompa vakum, shaker waterbath, labu Kjedadahl, bola hisap, *glassware* yang terdiri dari buret, erlenmeyer, gelas beaker, pipet volume, pipet tetes, gelas ukur, labu ukur, dan tabung reaksi.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan *leather* wortel adalah wortel tipe Chantenay (*Daucus carota L.*) yang diperoleh dari Pasar Blimbing, Malang. Bahan tambahan yang dibutuhkan dalam pembuatan *leather* wortel antara lain pektin dan asam sitrat yang diperoleh dari Toko Kimia Makmur, dan sirup glukosa yang diperoleh dari Toko Kue Prima. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian antara lain aquades, dietil eter, K_2SO_4 , $CuSO_4$, H_2SO_4 , asam borat, indikator Kjedadahl, NaOH, HCl, metanol, larutan DPPH.



3.3 Metodologi Penelitian

Penelitian ini disusun menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial dengan melibatkan dua faktor. Faktor I adalah penambahan pektin yang terdiri dari 3 level (3%; 4%; 5%). Faktor II adalah penambahan sirup glukosa yang terdiri dari 3 level (5%; 10%; 15%). Terdapat 9 kombinasi perlakuan dengan 3 kali ulangan sehingga diperoleh 27 satuan percobaan.

Faktor I: Konsentrasi Pektin (P)*:

P1: 3% dari total *puree* wortel (b/b)

P2: 4% dari total *puree* wortel (b/b)

P3: 5% dari total *puree* wortel (b/b)

Faktor II: Konsentrasi Sirup Glukosa (G)*:

G1: 5% dari total *puree* wortel (b/b)

G2: 10% dari total *puree* wortel (b/b)

G3: 15% dari total *puree* wortel (b/b)

Dari kedua faktor di atas diperoleh 9 kombinasi perlakuan dengan masing-masing pengulangan sebanyak 3 kali. Kombinasi dari 2 faktor tersebut diantaranya sebagai berikut:

Tabel 3.1 Rancangan Penelitian dengan RAK Faktorial

Pektin (P)	Sirup Glukosa (G)		
	G1 (5%)	G2 (10%)	G3 (15%)
P1 (3%)	P1G1	P1G2	P1G3
P2 (4%)	P2G1	P2G2	P2G3
P3 (5%)	P3G1	P3G2	P3G3



3.4 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui 2 tahap, yakni penelitian pendahuluan dan penelitian utama.

3.4.1 Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan dilaksanakan pada akhir bulan November 2018 hingga Maret 2019 di Laboratorium Rekayasa dan Pengolahan Pangan. Penelitian pendahuluan bertujuan untuk menentukan level dari faktor-faktor yang digunakan.

1. Pembuatan *leather* wortel membutuhkan *gelling agent*, sehingga pada penelitian ini digunakan *gelling agent* berupa pektin. Pada penelitian pendahuluan digunakan pektin dengan konsentrasi 0,5%, 1%, 1,5%, 2% dan 3%, 4%, 5% dari total *puree* wortel. *Leather* yang dihasilkan dari penambahan pektin konsentrasi 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2% dari total *puree* wortel menghasilkan *leather* yang pecah sehingga tidak menyatu, sedangkan *leather* yang dihasilkan dari penambahan pektin konsentrasi 3%, 4%, dan 5% dari total *puree* wortel menghasilkan *leather* yang padat dan elastis. Dengan demikian dipilih 3 level perlakuan untuk konsentrasi pektin yaitu 3%, 4%, dan 5% dari total *puree* wortel.
2. Pembuatan *leather* wortel menggunakan sirup glukosa Pada penelitian pendahuluan digunakan sirup glukosa dengan konsentrasi 5%, 10%, 15%, dan 20% dari total *puree* wortel. *Leather* yang dihasilkan dari penambahan sirup glukosa konsentrasi 20% dari total *puree* wortel menunjukkan tekstur yang sangat keras. Sedangkan *leather* yang dihasilkan dari penambahan sirup glukosa dengan konsentrasi 5%, 10%, dan 15% dari total *puree* wortel memiliki tekstur yang tidak terlalu keras namun tetap padat. Dengan demikian dipilih 3 level perlakuan untuk konsentrasi sirup glukosa yakni 5%, 10%, dan 15% dari total *puree* wortel.



3.4.2 Penelitian Utama

Proses pembuatan *leather* wortel terdiri dari beberapa tahap, diantaranya sebagai berikut.

1. Persiapan bahan

Sebelum memulai pembuatan *leather* wortel, dilakukan sortasi secara manual dan melalui tampak visual dari warna wortel dan memisahkan bagian-bagian yang cacat. Bagian wortel yang cacat mencakup bagian yang mengalami kerusakan seperti kerutan, memar, perubahan warna atau kebusukan. Selanjutnya dilakukan penghilangan bagian-bagian ujung wortel dan pengupasan lapisan kulit luar wortel. Wortel yang sudah dikupas dipotong-potong menjadi potongan kecil. Kemudian dilakukan penimbangan bahan-bahan tambahan sesuai dengan formulasi yang sudah ditentukan, yaitu pektin, sirup glukosa, dan asam sitrat.

2. Pencucian

Pencucian dilakukan dengan mencuci irisan-irisan wortel yang diletakkan dalam wadah plastik berongga menggunakan air mengalir. Tujuannya adalah untuk membersihkan bahan baku dari debu dan kotoran yang menempel, serta untuk mencegah kontaminasi zat-zat kimia seperti pestisida. Setelah dicuci, wortel ditiriskan.

3. Blansing

Blansing dilakukan dengan tujuan untuk menginaktivkan enzim-enzim yang dapat menyebabkan pencoklatan. Selain itu, blansing juga dilakukan untuk menurunkan jumlah mikroba awal. Blansing dilakukan pada suhu 80°C selama 5 menit dengan metode *steam blanching* atau blansing dengan uap panas.

4. Pembuatan *puree* wortel

Pembuatan *puree* wortel dilakukan dengan menghancurkan irisan-irisan wortel menggunakan *blender*. Penambahan air pada penghancuran wortel dengan perbandingan 5:1 (wortel : air) yang bertujuan untuk memudahkan proses penghancuran. Proses ini dilakukan hingga diperoleh *puree* wortel yang halus. Pembuatan *puree* wortel ini dilakukan satu kali selama penelitian sehingga dapat diperoleh bahan baku yang standar untuk semua perlakuan pada seluruh penelitian yang dilakukan.



5. Pencampuran bahan

Puree wortel ditimbang sebanyak 100 gram untuk masing-masing formulasi. Bahan-bahan tambahan yang meliputi pektin 3%, 4%, 5%, sirup glukosa 5%, 10%, 15%, dan asam sitrat 0,3% dari total *puree* ditambahkan ke dalam masing-masing *puree* wortel dan dicampurkan hingga homogen.

6. Pemasakan

Pemasakan adonan *leather* wortel dilakukan menggunakan *pan* pada suhu $\pm 60^{\circ}\text{C}$ selama 3 menit. Tujuannya adalah untuk membantu proses pembentukan gel dan agar seluruh bahan tercampur sempurna.

7. Pencetakan

Adonan *leather* wortel yang sudah dimasak dituang dan disebarakan dalam loyang beralaskan kertas roti dengan ukuran 20 cm x 15 cm sehingga diperoleh ketebalan ± 3 mm.

8. Pengeringan

Leather wortel dikeringkan menggunakan pengering kabinet pada suhu 60°C selama 6 jam.

9. Analisis Fisikokimia dan Organoleptik

Bahan baku dan sampel *vegetable leather* wortel dianalisis fisik, kimia, dan organoleptiknya. Sampel yang diujikan secara organoleptik berupa *vegetable leather* wortel perlakuan terbaik. Pada uji organoleptik, dilakukan penjelasan terlebih kepada panelis sebelum melakukan pengujian. Penjelasan tersebut meliputi *vegetable leather* secara umum, dan karakteristik fisik *vegetable leather* yang diinginkan dan memenuhi standar, sehingga panelis dapat menilai tingkat kesesuaian *vegetable leather* wortel perlakuan terbaik dengan standar yang ada.

3.5 Pengamatan dan Analisa

Pengamatan dan analisa dilakukan pada bahan baku wortel dan produk *leather* wortel untuk mengetahui karakteristik fisikokimia dan organoleptiknya.

1. Analisa fisikokimia meliputi:

- a) Kadar air (AOAC, 1999)
- b) Protein (AOAC, 1995)



c) Lemak (AOAC, 1995)

d) Karbohidrat (*by different*)

e) Abu (AOAC, 1995)

f) Serat kasar (AOAC, 1995)

g) Antioksidan (Widianingsih, 2016)

h) *Tensile strength* (Yuwono dan Susanto, 1998)

i) Warna (Yuwono dan Susanto, 1998)

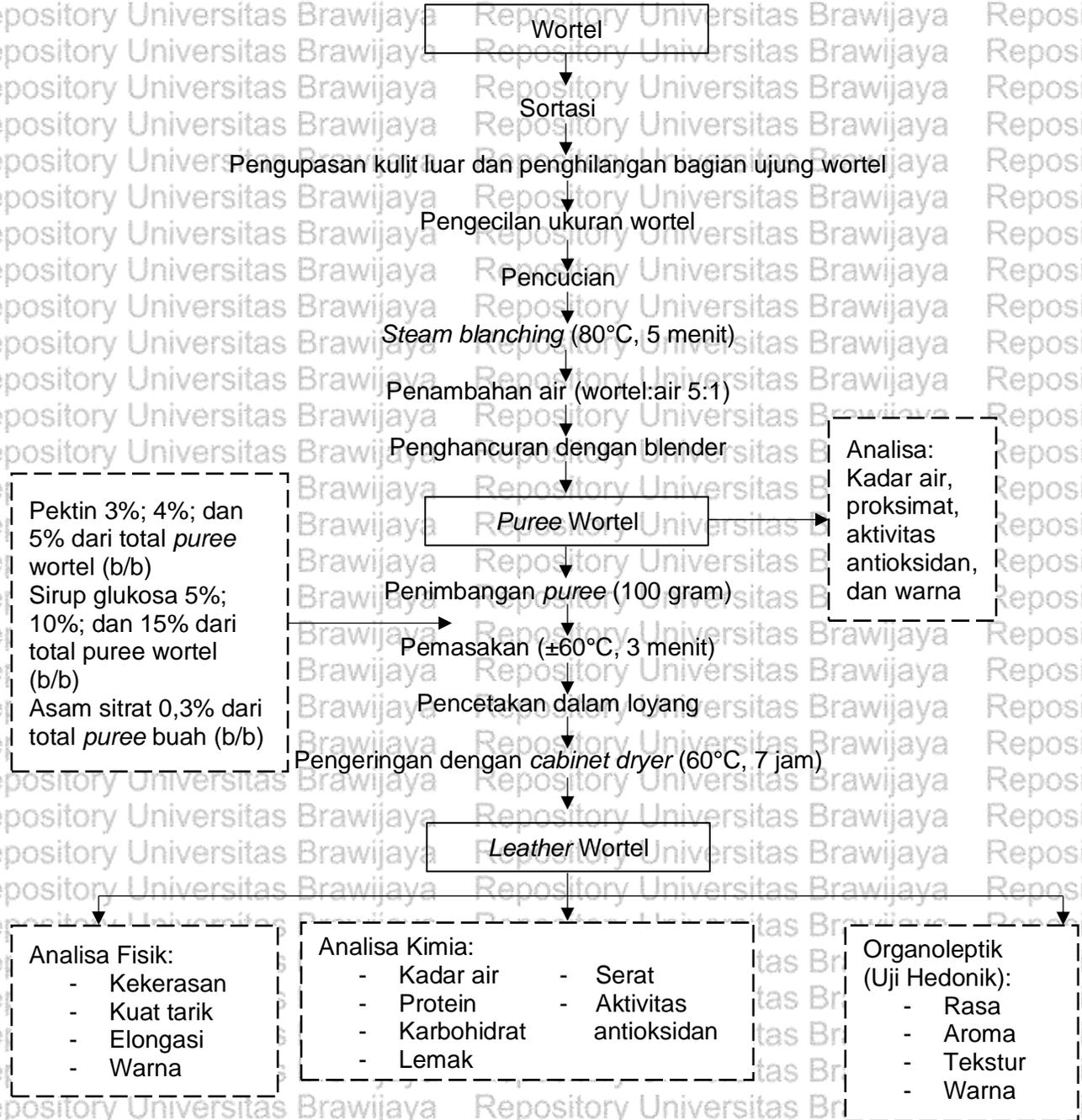
2. Analisa organoleptik yang dilakukan meliputi uji hedonik rasa, warna, aroma, dan tekstur.

3.6 Analisis Data

Berdasarkan hasil pengamatan diperoleh data yang akan dianalisa menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial dan dianalisis menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*). Apabila hasil uji menunjukkan adanya pengaruh nyata pada masing-masing faktor maka akan diuji lanjut menggunakan DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) 5% atau Uji BNT 5%. Data hasil uji organoleptik akan diuji dengan *Hedonic Scale Scoring*.



3.7 Diagram Alir Pembuatan *Leather Wortel*



Gambar 3.1 Diagram alir pembuatan *leather wortel*



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan *vegetable leather* wortel adalah *puree* wortel (*Daucus carota L.*), wortel tipe Chantenay diperoleh dari Pasar Blimbing, Malang. Wortel segar melalui beberapa proses sebelum dijadikan *puree* wortel. Pertama dilakukan pengupasan pada wortel dan penghilangan bagian ujung wortel, kemudian dipotong menjadi potongan kecil dan dicuci. Setelah itu potongan wortel di-*blanching* dengan metode *steam blanching* atau pengukusan pada suhu 80°C selama 5 menit. Wortel yang sudah melalui proses *blanching* kemudian dihancurkan dengan dilakukan penambahan air, perbandingan wortel dan air 5:1, dihasilkan *puree* atau bubur wortel.

Tujuan dari dilakukan analisis bahan baku adalah untuk mengetahui kandungan kimia bahan baku sebelum diolah menjadi *vegetable leather*. Parameter yang dianalisis antara lain kadar air, protein, lemak, karbohidrat, kadar abu, serat kasar, dan antioksidan. Komposisi kimia hasil dari analisa ditunjukkan pada **Tabel 4.1**.

Tabel 4.1 Hasil Analisa Bahan Baku *Puree* Wortel (*Daucus carota L.*)

Karakteristik	Hasil Analisis (<i>Puree</i> wortel)	Literatur (Wortel segar)
Kadar air (%)	91,18 ± 0,86	88,29 ^c
Protein (%)	1,44 ± 0,40	1,00 ^a
Lemak (%)	0,27 ± 0,10	0,24 ^c
Karbohidrat (%)	6,51 ± 0,48	6,80 ^b
Kadar Abu (%)	0,60 ± 0,09	0,97 ^c
Serat Kasar (%)	2,73 ± 0,00	2,80 ^c
Antioksidan (%)	55,04 ± 0,23	43,90 ^d
Kecerahan (L*)	53,33 ± 0,96	-
Kemerahan (a*)	24,57 ± 1,62	-
Kekuningan (b*)	38,97 ± 1,52	-

Keterangan:

1. Setiap data hasil analisa merupakan rerata dari 3 ulangan
2. Angka di belakang simbol ± merupakan standar deviasi
3. Sumber:

a : Raees-ul dan Prasad (2015)

b : Silva dkk (2016)

c : USDA National Nutrient Database for Standard Reference (2007)

d : Patras (2011)



Pada **Tabel 4.1** menunjukkan bahwa data hasil analisa beberapa parameter sudah sesuai atau mendekati literatur dan adapula beberapa parameter yang memiliki nilai sedikit berbeda dengan literatur. Parameter kadar protein, kadar lemak, kadar karbohidrat, kadar abu, dan serat kasar memiliki nilai yang relatif sama dengan literatur, nilainya secara berturut-turut yakni 1,44%, 0,27%, 6,51%, 0,60%, dan 2,73%. Parameter yang memiliki nilai sedikit berbeda dengan literatur adalah parameter kadar air dan antioksidan. Kadar air bahan baku dari hasil analisis adalah 91,18%, sedangkan kadar air wortel menurut literatur adalah 88,29%. Adanya perbedaan kadar air bahan baku hasil analisis dengan literatur dapat disebabkan karena pada pembuatan *puree* wortel, wortel melalui proses *blanching* terlebih dahulu dan melibatkan penambahan sedikit air pada proses penghancuran. Aktivitas antioksidan bahan baku menurut hasil analisa sebesar 55,04%, sedangkan menurut literatur adalah 43,90% (Patras, 2011). Perbedaan aktivitas antioksidan bahan baku dengan literatur dapat disebabkan oleh beberapa faktor, pertama data yang digunakan pada literatur merupakan bahan berupa wortel segar, sedangkan bahan baku yang digunakan dalam penelitian merupakan *puree* wortel yang sudah melewati beberapa proses yang dapat menurunkan aktivitas antioksidan pada *puree* wortel. Proses-proses tersebut antara lain seperti pengupasan, pemotongan, *blanching*, dan penghancuran yang juga melibatkan penambahan sedikit air. Di samping itu, wortel yang digunakan dalam pembuatan bahan baku penelitian berbeda dengan wortel yang digunakan dalam literatur. Varietas wortel yang berbeda menyebabkan jumlah komponen gizi yang terkandung berbeda pula. Faktor lain yang mendukung perbedaan antioksidan bahan baku penelitian dengan literatur yaitu keadaan iklim, kondisi penyimpanan setelah panen, dan tingkat kematangannya (Lesmana, 2015).

4.2 Penelitian Utama

Bahan baku berupa *puree* wortel melalui beberapa tahap proses pengolahan hingga dijadikan *vegetable leather* wortel. Tahap-tahapnya antara lain penimbangan, penambahan bahan tambahan yaitu pektin dan sirup glukosa, pencampuran, pemanasan pada suhu 60°C selama 3 menit, pencetakan, dan pengeringan menggunakan *cabinet dryer* pada suhu 60°C selama 6 jam. Analisa yang dilakukan pada penelitian utama diantaranya analisa fisik *tensile strength* yang meliputi uji kekerasan,

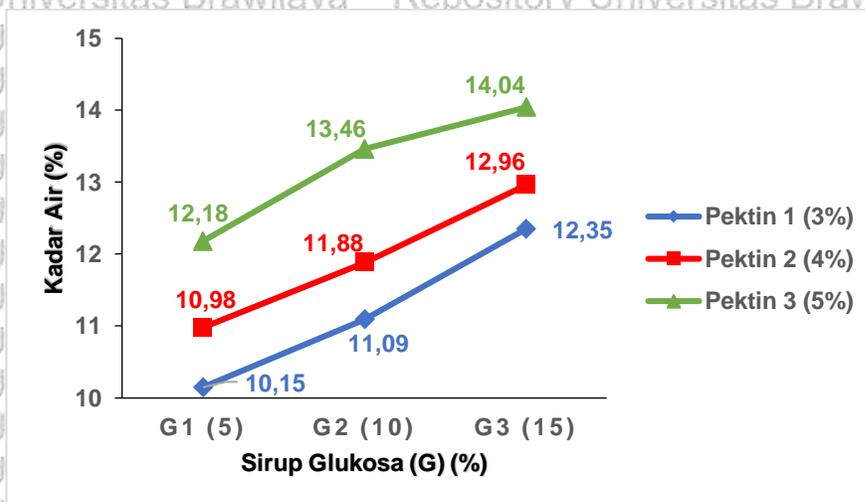


kuat tarik, elongasi, dan warna dengan sampel yang digunakan pada analisa fisik adalah 9 perlakuan *vegetable leather* wortel dan 3 kali pengulangan; analisa kimia meliputi analisa kadar air dengan sampel yang digunakan adalah 9 perlakuan *vegetable leather* wortel dan 3 kali pengulangan; analisa proksimat yaitu analisa kadar air, karbohidrat, protein, lemak, kadar abu dan analisa aktivitas antioksidan dengan sampel yang digunakan adalah perlakuan terbaik dan 3 kali pengulangan. Pemilihan perlakuan terbaik dianalisis dengan menggunakan Metode Derringer's Desirability Function berdasarkan analisa fisik *tensile strength* (Derringer & Suich, 1980).

Analisa kadar air pada sampel 9 perlakuan berbeda dengan analisa kadar air pada sampel perlakuan terbaik. Pada sampel 9 perlakuan, kadar air masing-masing perlakuan dianalisa untuk mengetahui pengaruhnya terhadap karakteristik fisik seperti kekerasan, kuat tarik, dan elongasi. Kemudian pengaruh kadar air terhadap karakteristik fisik tersebut dijabarkan dan dibandingkan dengan penjelasan dalam literatur.

4.2.1 Kadar Air

Kadar air *vegetable leather* wortel akibat pengaruh penambahan pektin dan sirup glukosa berkisar antara 10,15-14,04%. Pengaruh penambahan pektin dan sirup glukosa terhadap kadar air *vegetable leather* wortel dapat dilihat pada **Gambar 4.1**.



Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Penambahan Pektin dan Sirup Glukosa Terhadap Kadar Air *Vegetable Leather* Wortel



Berdasarkan **Gambar 4.1**, diketahui bahwa kadar air *vegetable leather* wortel meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi pektin dan sirup glukosa. Dilihat dari grafik, kenaikan tren pada grafik cenderung stabil dan signifikan. Pada setiap penambahan konsentrasi pektin disertai sirup glukosa, kadar air juga ikut meningkat dengan rata-rata kenaikan yang cenderung sama.

Hasil analisa ragam menunjukkan bahwa penambahan pektin dan sirup glukosa berpengaruh nyata ($\alpha = 0,05$) terhadap kadar air *vegetable leather* wortel. Interaksi antara pektin dengan sirup glukosa juga menunjukkan adanya pengaruh nyata ($\alpha = 0,05$) terhadap kadar air *vegetable leather* wortel. Kadar air *vegetable leather* wortel akibat perlakuan penambahan pektin dan sirup glukosa dapat dilihat pada **Tabel 4.2**.

Kadar air *vegetable leather* wortel dipengaruhi oleh proses pengeringan. Sebelum berlangsungnya proses pengeringan, adonan *vegetable leather* wortel memiliki kadar air yang sangat tinggi hasil dari bahan baku berupa *puree* wortel. Kemudian penambahan pektin dan sirup glukosa serta adanya proses pemasakan memulai terjadinya tahap pembentukan gel, sehingga air yang terkandung dalam bahan baku terikat oleh pektin dan sirup glukosa membentuk struktur *double helix* dan akan terikat silang (Irviani dkk, 2015). Adanya ikatan silang tersebut membuat air lebih sulit untuk dilepas pada saat proses pengeringan. Kadar air *vegetable leather* wortel bervariasi mulai dari 10,15% hingga 14,04%. Perbedaan kadar air tersebut disebabkan oleh perbedaan konsentrasi pektin dan sirup glukosa. Semakin tinggi konsentrasi pektin dan sirup glukosa, maka kadar air *vegetable leather* wortel juga semakin tinggi karena semakin banyak air yang dapat dikat dalam produk (Bekti dkk, 2017).

Menurut Airlangga dkk (2016), produk makanan memiliki laju pengeringan yang konstan di awal proses pengeringan. Pada saat proses pengeringan baru dimulai, laju pengeringannya akan sangat cepat diikuti oleh penurunan laju pengeringan secara perlahan. Terdapat faktor-faktor lain yang mendukung terjadinya proses pengeringan *vegetable leather* wortel. Faktor-faktor yang mempengaruhi laju pengeringan *vegetable leather* wortel adalah suhu, kelembapan udara, dan lama waktu pengeringan (Septiawan, 2018). *Vegetable leather* wortel dikeringkan menggunakan *cabinet dryer* pada suhu 60°C selama 6 jam. Pada suhu dan waktu pengeringan yang cukup lama tersebut menyebabkan terjadinya penurunan kadar air yang cukup drastis dari kadar air bahan baku yang semula mencapai 91,18% menjadi sekitar 10-14%. Selain itu juga adanya perbedaan kelembapan udara pada bahan yang dikeringkan dengan udara



pengering dapat mempercepat laju pengeringan (Nuraeni, 2018). Oleh karena itu kelembapan udara pada udara pengering perlu dijaga agar tetap stabil dan tidak mencapai titik jenuh sehingga penguapan air dari bahan yang dikeringkan dapat terjadi.

Tabel 4.2 Pengaruh Penambahan Pektin dan Sirup Glukosa Terhadap Kadar Air *Vegetable Leather* Wortel

Perlakuan (%)		Kadar Air (%)	DMRT 5%
Konsentrasi Pektin	Konsentrasi Sirup Glukosa		
3	5	10,15 ± 0,10 ^a	0,29
3	10	11,09 ± 0,16 ^b	0,31
3	15	12,35 ± 0,29 ^d	0,32
4	5	10,98 ± 0,11 ^b	0,32
4	10	11,88 ± 0,22 ^c	0,33
4	15	12,96 ± 0,09 ^e	0,33
5	5	12,18 ± 0,04 ^d	0,33
5	10	13,46 ± 0,22 ^f	0,34
5	15	14,04 ± 0,15 ^g	-

Keterangan:

1. Setiap data hasil analisa merupakan rerata dari 3 ulangan ± standar deviasi
2. Angka yang diikuti dengan notasi menunjukkan perbedaan nyata pada uji lanjut DMRT ($\alpha=0,05$)

Pada **Tabel 4.2** diperoleh kadar air terendah pada perlakuan penambahan pektin 3% dan sirup glukosa 5% yaitu sebesar 10,15%, sedangkan kadar air tertinggi pada perlakuan penambahan pektin 5% dan sirup glukosa 15% yaitu sebesar 14,04%.

Kenaikan kadar air yang signifikan ditunjukkan dengan kenaikan konsentrasi pektin, sedangkan kenaikan sirup glukosa juga menyebabkan peningkatan kadar air namun tidak terlalu signifikan. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi penambahan konsentrasi pektin dan sirup glukosa, maka kadar air *vegetable leather* akan semakin tinggi pula. Dibandingkan dengan penelitian-penelitian sebelumnya, kadar air *vegetable leather* wortel telah sesuai dengan standar dari literatur. Berikut adalah kadar air *vegetable leather* dari berbagai bahan baku disertai dengan standar dari USDA ditunjukkan pada **Tabel 4.3**.



Tabel 4.3 Perbandingan Kadar Air *Vegetable Leather* Wortel dengan Literatur

Sampel	Kadar Air (%)
<i>Vegetable leather</i> wortel	10,15-14,04
Standar <i>vegetable leather</i>	12,30 ^a
<i>Vegetable leather</i> labu siam	11,42-17,09 ^b
<i>Vegetable leather</i> asam jawa dan tomat	10,40 ^c
<i>Fruit leather</i> jambu mete	10,20 ^d

Keterangan:

1. Sumber:
 - a : USDA *National Nutrient Database* (2007)
 - b : Bekti dkk (2017)
 - c : Yudanto (2017)
 - d : Nurlaely (2002)

Irviani dkk (2015) menyatakan bahwa pektin adalah bahan pengikat sehingga memiliki kemampuan untuk mengikat air dan memerangkap molekul-molekul air dalam struktur gel yang terbentuk. Pektin juga berperan sebagai hidrokoloid yang dapat meningkatkan kadar air. Semakin tinggi konsentrasi hidrokoloid, maka semakin banyak air yang terikat dalam jaringan hidrokoloid. Air yang terdapat dalam jaringan tersebut terukur sebagai kadar air, dimana kadar air mencakup air bebas dan air terikat (Astuti dkk, 2015). Pektin memiliki sifat larut dalam air, namun apabila pektin dalam jumlah banyak dilarutkan dalam air akan membentuk gel sehingga pektin juga dikenal sebagai *gelling agent* atau bahan pembentuk gel. Mekanisme pembentukan gel adalah fenomena penggabungan atau pengikatan silang rantai-rantai polimer sehingga terbentuk jala tiga dimensi bersambung. Selanjutnya, jala menangkap atau mengimobilisasikan air di dalamnya dan membentuk struktur yang kuat dan kaku (Fardiaz, 1989).

Sirup glukosa juga dapat berinteraksi dengan pektin dalam mengikat air. Menurut Voragen dkk (1995), jala tiga dimensi hasil pembentukan gel oleh pektin menyebabkan air, gula, dan komponen-komponen lain termobilisasi membentuk sistem yang stabil sehingga tahan terhadap deformasi, sehingga struktur ini mampu menahan cairan keluar dari sistem. Sirup glukosa diketahui dapat meningkatkan ketersediaan gugus hidroksil (Ansari dkk, 2011). Gugus hidroksil dalam sirup glukosa mampu mengikat air bebas di luar sistem sehingga membentuk ikatan hidrogen dengan air, dengan demikian penambahan sirup glukosa dapat meningkatkan kadar air terikat sekaligus meningkatkan kadar air pada *vegetable leather* (Winarno, 2004). Pernyataan tersebut

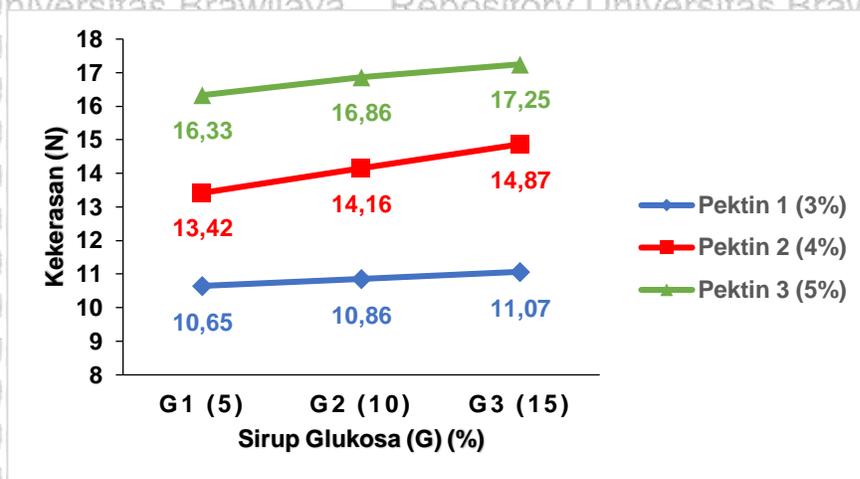


juga membuktikan bahwa semakin tinggi konsentrasi sirup glukosa yang ditambahkan dalam *vegetable leather*, maka semakin tinggi pula kadar air yang terkandung.

4.2.2 Karakteristik Fisik *Vegetable Leather Wortel*

4.2.2.1 Kekerasan

Kekerasan *vegetable leather* wortel pada berbagai konsentrasi pektin dan sirup glukosa berkisar antara 10,65-17,25 N. Pengaruh berbagai konsentrasi pektin dan sirup glukosa terhadap kekerasan *vegetable leather* wortel disajikan pada **Gambar 4.2**.



Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Penambahan Pektin dan Sirup Glukosa Terhadap Kekerasan *Vegetable Leather Wortel*

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa nilai kekerasan pada *vegetable leather* wortel mengalami peningkatan seiring dengan penambahan konsentrasi pektin dan sirup glukosa. Berdasarkan grafik, kenaikan tren pada grafik cenderung stabil. Pada setiap penambahan konsentrasi pektin disertai sirup glukosa, kekerasan juga ikut meningkat namun kenaikannya tidak terlalu signifikan. Rata-rata kenaikan pada setiap tren cenderung sama.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa faktor konsentrasi pektin berpengaruh nyata ($\alpha = 5\%$) terhadap kekerasan *vegetable leather* wortel. Faktor konsentrasi sirup



glukosa juga berpengaruh nyata ($\alpha = 5\%$) terhadap kekerasan *vegetable leather* wortel.

Pada kedua faktor terjadi interaksi, dimana interaksi antara faktor konsentrasi pektin dengan konsentrasi sirup glukosa berpengaruh nyata terhadap kekerasan *vegetable leather* wortel.

Tabel 4.4 Pengaruh Penambahan Pektin dan Sirup Glukosa Terhadap Kekerasan *Vegetable Leather* Wortel

Perlakuan (%)		Kekerasan (N)	DMRT 5%
Konsentrasi Pektin	Konsentrasi Sirup Glukosa		
3	5	10,65 ± 0,48 ^a	0,34
3	10	10,86 ± 0,12 ^{ab}	0,36
3	15	11,07 ± 0,10 ^b	0,37
4	5	13,42 ± 0,08 ^c	0,38
4	10	14,16 ± 0,08 ^d	0,38
4	15	14,87 ± 0,11 ^e	0,39
5	5	16,33 ± 0,09 ^f	0,39
5	10	16,86 ± 0,10 ^g	0,39
5	15	17,25 ± 0,25 ^h	-

Keterangan:

1. Setiap data hasil analisa merupakan rerata dari 3 ulangan ± standar deviasi
2. Angka yang diikuti dengan notasi menunjukkan perbedaan nyata pada uji lanjut DMRT ($\alpha=0,05$)

Berdasarkan **Tabel 4.4** diketahui bahwa kekerasan *vegetable leather* wortel terendah yakni pada perlakuan penambahan pektin dengan konsentrasi 3% dan sirup glukosa dengan konsentrasi 5%, sebesar 10,65 N. Kekerasan *vegetable leather* wortel tertinggi yakni pada perlakuan penambahan pektin dengan konsentrasi 5% dan sirup glukosa dengan konsentrasi 15%, sebesar 17,25 N. Tabel di atas menunjukkan bahwa kenaikan kekerasan pada kenaikan konsentrasi pektin lebih signifikan daripada kenaikan konsentrasi sirup glukosa. Pada konsentrasi pektin yang sama dengan konsentrasi sirup glukosa yang berbeda juga mengalami kenaikan kekerasan namun perbedaan kenaikannya tidak begitu signifikan. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi pektin dan sirup glukosa, maka kekerasan semakin tinggi



pula. Nilai kekerasan yang meningkat menandakan bahwa produk *vegetable leather* wortel semakin keras. Tingkat kekerasan *vegetable leather* harus sesuai dengan standarnya, yaitu memiliki plastisitas yang baik sehingga dapat digulung dengan tekstur yang liat dan kompak. *Vegetable leather* yang baik juga harus memiliki kekenyalan yang baik ketika dikunyah (Historiarsih, 2010).

Penelitian terdahulu terhadap kekerasan pada *vegetable leather* menunjukkan bahwa nilai kekerasan *vegetable leather* wortel mendekati kekerasan beberapa *leather* pada penelitian sebelumnya. Literatur yang digunakan untuk perbandingan nilai kekerasan *vegetable leather* wortel adalah *leather* dari berbagai jenis bahan baku. Adapun perbandingan kekerasan *vegetable leather* wortel dengan literatur ditunjukkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Perbandingan Kekerasan *Vegetable Leather* Wortel dengan Literatur

Sampel	Kekerasan (N)
<i>Vegetable leather</i> wortel	10,65-17,25
<i>Vegetable leather</i> pisang tanduk	19,03-23,39 ^a
<i>Fruit leather</i> nanas	12,80-17,10 ^b
<i>Fruit leather blueberry</i>	18,90 ^c

Keterangan:

1. Sumber:
 - a : Beki dkk (2017)
 - b : Phimprian dkk (2011)
 - c : Karki (2011)

Kekerasan pada *vegetable leather* dipengaruhi oleh bahan pengikatnya yaitu pektin, dimana pektin dapat mempengaruhi kadar air produk sehingga berdampak pada kekerasan (Beki dkk, 2017). Pektin merupakan koloid bermuatan negatif, penambahan pektin disertai adanya gula dan air akan membuat pektin menggumpal dan membentuk polimer berupa serabut halus. Serabut halus tersebut akan bergabung dan membentuk struktur *double helix*, apabila pembentukan gel diteruskan polimer akan terikat silang secara kuat dan semakin banyak struktur *double helix* yang terbentuk sehingga dihasilkannya agregat yang berperan membentuk gel yang kuat. Kekuatan gel inilah yang menentukan tingkat kekerasan pada produk. Pembentukan gel oleh pektin menyebabkan air, gula, beserta komponen lain termobilisasi membentuk sistem yang



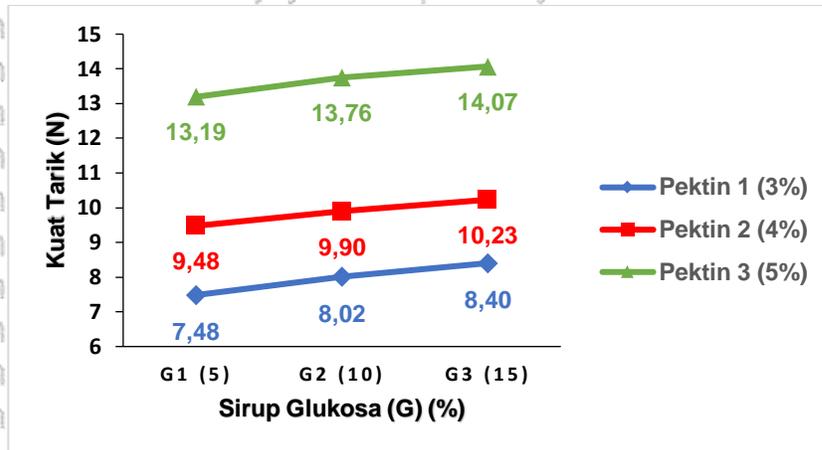
resisten dan stabil. Penambahan pektin dapat menghasilkan struktur gel yang kompak sehingga membentuk tekstur yang liat (Karki, 2011). Purnomo (1995) menambahkan, kadar air produk pangan jenis semi basah seperti *vegetable leather* juga memiliki peran yang penting dalam pembentukan tekstur. Kadar air produk juga dipengaruhi oleh proses pengeringannya. Pengeringan dengan suhu yang terlalu tinggi dan waktu yang terlalu lama mengakibatkan semakin banyak kadar air yang menguap. Semakin sedikit kadar air, maka tekstur yang terbentuk akan semakin keras, dan sebaliknya semakin banyak kadar air maka tekstur yang terbentuk akan semakin lunak.

Menurut Irwandi dkk (2008), sirup glukosa dapat meningkatkan nilai kekerasan dengan mengikat air pada produk. Phimparian dkk (2011) menambahkan semakin tinggi penambahan konsentrasi sirup glukosa, maka nilai kekerasan akan semakin meningkat. Pada pembuatan *vegetable leather* wortel juga disertai penambahan asam sitrat sebagai penambah rasa, akan tetapi asam sitrat memberikan pengaruh lain dalam pembentukan tekstur. Asam sitrat akan menurunkan pH produk sehingga menjadi asam dan mempercepat pembentukan gel. Sirup glukosa bekerja secara sinergis dengan pektin, asam, dan air membentuk struktur gel yang kompak.

4.2.2.2 Kuat Tarik

Kuat tarik *vegetable leather* wortel pada berbagai konsentrasi pektin dan sirup glukosa berkisar antara 7,48-14,07 N. Pengaruh berbagai konsentrasi pektin dan sirup glukosa terhadap kekerasan *vegetable leather* wortel disajikan pada **Gambar 4.3**.

Pada **Gambar 4.3**, nilai kuat tarik pada *vegetable leather* wortel mengalami peningkatan seiring dengan penambahan konsentrasi pektin dan sirup glukosa. Kenaikan tren pada grafik cenderung stabil dengan rata-rata kenaikan setiap tren cenderung sama. Adanya kenaikan konsentrasi pektin dan sirup glukosa menyebabkan kuat tarik juga ikut meningkat dengan kenaikan yang tidak terlalu signifikan. Berikut di bawah ini adalah **Gambar 4.3**.



Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Penambahan Pektin dan Sirup Glukosa Terhadap Kuat Tarik *Vegetable Leather* Wortel

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa faktor konsentrasi pektin berpengaruh nyata ($\alpha = 5\%$) terhadap kuat tarik *vegetable leather* wortel. Faktor konsentrasi sirup glukosa juga berpengaruh nyata ($\alpha = 5\%$) terhadap kuat tarik *vegetable leather* wortel. Pada kedua faktor tidak terjadi interaksi dalam memberikan pengaruh terhadap kuat tarik *vegetable leather* wortel.

Tabel 4.6 Pengaruh Penambahan Pektin Terhadap Kuat Tarik *Vegetable Leather* Wortel

Konsentrasi Pektin (%)	Kuat Tarik (N)	BNT 5%
3%	7,97 ± 0,46 ^a	0,29
4%	9,87 ± 0,38 ^b	
5%	13,67 ± 0,44 ^c	

Keterangan:

1. Setiap data hasil analisa merupakan rerata dari 3 ulangan ± standar deviasi
2. Angka yang diikuti dengan notasi menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha=0,05$)

Tabel 4.6 menunjukkan bahwa adanya peningkatan pada kuat tarik *vegetable leather* wortel seiring dengan peningkatan pada konsentrasi pektin. Kenaikan kuat tarik cukup signifikan seiring dengan meningkatnya konsentrasi pektin. Nilai kuat tarik tertinggi adalah pada konsentrasi pektin 5% yakni sebesar 13,67 N, sedangkan nilai kuat



tarik terendah adalah pada konsentrasi pektin 3% yakni sebesar 7,97 N. Di bawah ini adalah perbandingan kuat tarik *vegetable leather* wortel dengan literatur, ditunjukkan pada **Tabel 4.7**.

Tabel 4.7 Perbandingan Kuat Tarik *Vegetable Leather* Wortel dengan Literatur

Sampel	Kuat Tarik (N)
<i>Vegetable leather</i> wortel	7,48-14,07
<i>Fruit leather</i> pisang tanduk	6,26-9,69 ^a
<i>Fruit leather</i> belimbing manis	9,47-30,27 ^b

Keterangan:

1. Sumber:
 - a : Fauziah dkk (2015)
 - b : Inmas (2017)

Tabel 4.7 menunjukkan hasil analisa kuat tarik pada beberapa penelitian *leather* dengan berbagai bahan baku. Berdasarkan tabel, diketahui bahwa nilai kuat tarik *vegetable leather* wortel mendekati dengan penelitian-penelitian sebelumnya. Kuat tarik menunjukkan nilai gaya yang diperlukan untuk menarik suatu benda hingga tercapai kondisi dimana benda tersebut patah (Fitantri dkk, 2014). *Vegetable leather* yang memiliki kuat tarik yang tinggi menandakan bahwa ketahanan terhadap gaya tariknya lebih baik sehingga tidak mudah putus dan robek (Marzelly dkk, 2017). Kuat tarik produk erat kaitannya dengan tingkat kekerasan sehingga kekerasan dan kuat tarik pada produk saling berinteraksi. Semakin tinggi tingkat kekerasan pada produk, maka semakin tinggi nilai kuat tariknya. Hal ini disebabkan karena gaya yang diperlukan untuk menarik produk hingga patah akan semakin besar jika produk semakin keras. Penambahan pektin mempengaruhi tingkat kekerasan pada produk, dimana semakin tinggi konsentrasi pektin maka tingkat kekerasan produk akan semakin tinggi pula. Pektin akan menggumpal bersama dengan gula dan air membentuk serabut halus yang akan bergabung membentuk formasi tiga dimensi. Pembentukan gel oleh pektin menyebabkan air, gula, beserta komponen lain termobilisasi membentuk sistem yang resisten dan stabil. Dapat disimpulkan bahwa penambahan pektin mampu menghasilkan struktur gel yang kompak (Karki, 2011).



Tabel 4.8 Pengaruh Penambahan Sirup Glukosa Terhadap Kuat Tarik *Vegetable Leather Wortel*

Konsentrasi Sirup Glukosa (%)	Kuat Tarik (N)	BNT 5%
5%	10,05 ± 2,90 ^a	
10%	10,56 ± 2,93 ^a	0,29
15%	10,90 ± 2,89 ^b	

Keterangan:

1. Setiap data hasil analisa merupakan rerata dari 3 ulangan ± standar deviasi
2. Angka yang diikuti dengan notasi menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha=0,05$)

Tabel 4.8 menunjukkan bahwa semakin tinggi penambahan konsentrasi sirup glukosa, maka nilai kuat tarik akan semakin meningkat. Nilai kuat tarik tertinggi adalah pada konsentrasi sirup glukosa sebesar 15% yaitu sebesar 10,90 N, sedangkan nilai kuat tarik terendah adalah pada konsentrasi sirup glukosa sebesar 5% yaitu sebesar 10,05 N. Kenaikan kuat tarik pada setiap peningkatan konsentrasi sirup glukosa tidak terlalu signifikan.

Penambahan gula semakin banyak dapat menguatkan matriks *vegetable leather* (Yuwanti, 2013). Rosyida dkk (2018) menyatakan bahwa gula dapat mempengaruhi tekstur bahan pangan. Penambahan gula akan mempengaruhi viskositas produk, sehingga semakin tinggi penambahan gula, kadar air akan semakin rendah dan viskositas semakin meningkat. Hasniarti (2012) menambahkan bahwa gula dapat mengurangi kadar air pada produk yang melalui proses pemanasan atau pengeringan. Hal ini disebabkan karena gula memiliki kemampuan untuk mengikat air bebas, sehingga air bebas dalam produk semakin sedikit dan air terikatnya semakin banyak.

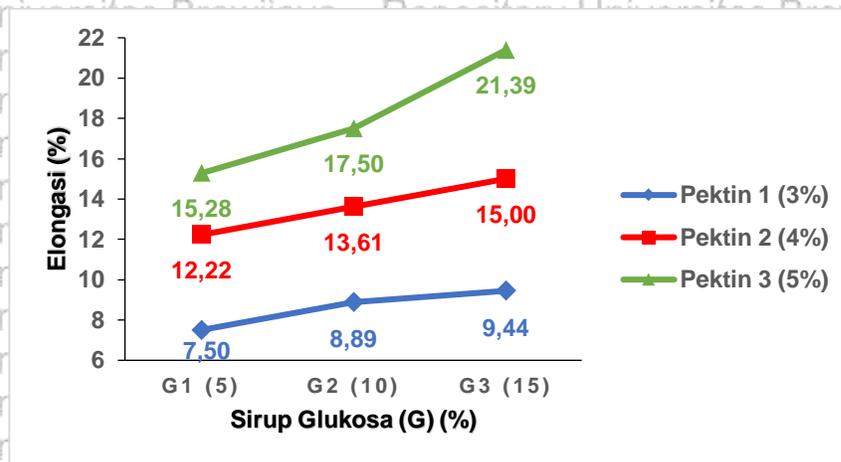
Kadar air produk yang rendah akan mempengaruhi tekstur, sehingga tekstur akan semakin keras. Tekstur yang keras tersebut akan menyebabkan produk lebih sulit untuk ditarik, sehingga menghasilkan nilai kuat tarik yang semakin besar pula. Hal tersebut berkaitan dengan kemampuan gula dalam bekerja sama dengan pektin beserta komponen-komponen lain pada produk untuk membentuk struktur gel yang kuat.

Semakin kuat struktur gel yang terbentuk, produk akan semakin keras sehingga nilai kuat tariknya semakin tinggi.



4.2.2.3 Elongasi

Elongasi *vegetable leather* wortel pada berbagai konsentrasi pektin dan sirup glukosa berkisar antara 7,50-21,38 N. Pengaruh berbagai konsentrasi pektin dan sirup glukosa terhadap elongasi *vegetable leather* wortel disajikan pada **Gambar 4.4**.



Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Penambahan Pektin dan Sirup Glukosa Terhadap Elongasi *Vegetable Leather* Wortel

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa nilai elongasi pada *vegetable leather* wortel mengalami peningkatan seiring dengan penambahan konsentrasi pektin dan sirup glukosa. Kenaikan pada tren cenderung tidak sama, tren pada pektin konsentrasi 3% cenderung stabil dengan kenaikan yang tidak terlalu tinggi, tren pada pektin konsentrasi 4% stabil dengan kenaikan yang signifikan, dan tren pada pektin konsentrasi 5% cenderung sangat signifikan.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa faktor konsentrasi pektin berpengaruh nyata ($\alpha = 5\%$) terhadap elongasi *vegetable leather* wortel. Faktor konsentrasi sirup glukosa juga berpengaruh nyata ($\alpha = 5\%$) terhadap elongasi *vegetable leather* wortel. Pada kedua faktor terjadi interaksi, dimana interaksi antara faktor konsentrasi pektin dengan konsentrasi sirup glukosa berpengaruh nyata terhadap elongasi *vegetable leather* wortel.



Tabel 4.9 Pengaruh Penambahan Pektin dan Sirup Glukosa Terhadap Elongasi *Vegetable Leather* Wortel

Perlakuan (%)		Elongasi (%)	DMRT 5%
Konsentrasi Pektin	Konsentrasi Sirup Glukosa		
3	5	7,50 ± 0,05 ^a	1,63
3	10	8,89 ± 0,03 ^{ab}	1,71
3	15	9,44 ± 0,08 ^b	1,76
4	5	12,22 ± 0,03 ^c	1,79
4	10	13,61 ± 0,03 ^{cd}	1,82
4	15	15,00 ± 0,05 ^d	1,83
5	5	15,28 ± 0,03 ^d	1,85
5	10	17,50 ± 0,09 ^e	1,86
5	15	21,39 ± 0,08 ^f	-

Keterangan:

1. Setiap data hasil analisa merupakan rerata dari 3 ulangan ± standar deviasi
2. Angka yang diikuti dengan notasi menunjukkan perbedaan nyata pada uji lanjut DMRT ($\alpha=0,05$)

Berdasarkan **Tabel 4.9** diketahui bahwa nilai elongasi terendah *vegetable leather* wortel terdapat pada perlakuan penambahan pektin dengan konsentrasi 3% dan sirup glukosa 5% yakni sebesar 7,50%, sedangkan elongasi tertinggi *vegetable leather* wortel terdapat pada perlakuan penambahan pektin dengan konsentrasi 5% dan sirup glukosa 15% yakni sebesar 21,39%. Peningkatan konsentrasi pektin dan sirup glukosa menyebabkan peningkatan elongasi yang signifikan, namun tingkat signifikansinya lebih tinggi pada peningkatan konsentrasi pektin daripada sirup glukosa. Menurut Marzelly dkk (2017), elongasi menunjukkan seberapa besar kemampuan *vegetable leather* bertambah panjang setelah diberi gaya tarik. Semakin tinggi nilai elongasi, maka semakin elastis suatu bahan. Berikut adalah perbandingan nilai elongasi *vegetable leather* wortel dengan literatur ditunjukkan pada **Tabel 4.10**.

**Tabel 4.10** Perbandingan Elongasi *Vegetable Leather* Wortel dengan Literatur

Sampel	Elongasi (%)
<i>Vegetable leather</i> wortel	10,65-17,25
<i>Fruit leather</i> pisang ambon	10,91-23,75 ^a
<i>Fruit leather</i> mangga	17,63-24,89 ^b

Keterangan:

1. Sumber:

a : Marzelly (2017)

b : Riano dkk (2018)

Berdasarkan **Tabel 4.10**, diketahui bahwa nilai elongasi *vegetable leather* wortel telah sesuai atau mendekati literatur. Puspaningrum dkk (2018) menyatakan bahwa nilai elongasi dipengaruhi oleh nilai kuat tarik *vegetable leather*. Semakin kuat dan kompak jaringan pada produk, ikatan *double helix* yang terbentuk akan semakin kompak pula sehingga meningkatkan nilai kuat tarik dan mempengaruhi peningkatan perpanjangan atau elongasi. Pektin dapat mempengaruhi peningkatan nilai persen elongasi karena molekul-molekul yang terperangkap dalam jaringan matriks menyebabkan kepadatan matriks sehingga matriks semakin kompak (Pradana dkk, 2017).

Semakin tinggi peningkatan konsentrasi sirup glukosa, maka elongasi *vegetable leather* semakin meningkat. Hal ini berkaitan dengan pernyataan Puspaningrum dkk (2018) yang menyebutkan bahwa semakin kuat matriks atau jaringan pada produk menyebabkan ikatan heliks yang terbentuk akan semakin kompak mula sehingga meningkatkan nilai elongasi. Penambahan gula semakin banyak dapat menguatkan matriks *vegetable leather*, sehingga dapat menyebabkan kenaikan pada nilai persen elongasi seiring dengan penambahan konsentrasi sirup glukosa. Sirup glukosa dapat mengikat air bebas dan menyebabkan peningkatan air terikat. Air bebas yang rendah pada produk menyebabkan tekstur semakin keras, sehingga produk lebih sulit untuk ditarik dan menghasilkan nilai elongasi yang semakin besar pula. Hal tersebut berkaitan dengan kemampuan gula dalam bekerja sama dengan pektin beserta komponen-komponen lain pada produk untuk membentuk struktur gel yang kuat. Semakin kuat struktur gel yang terbentuk, produk akan semakin keras sehingga nilai kuat tariknya semakin tinggi. Kekerasan, kuat tarik, dan elongasi saling berinteraksi satu sama lain. Semakin tinggi tingkat kekerasan, semakin tinggi pula kuat tarik dan elongasi pada produk (Yuwanti, 2013).



4.2.2.4 Warna

Warna adalah atribut kualitas yang utama dalam pemilihan produk pangan yang dikeringkan, serta dianggap sebagai kunci dalam penerimaan produk pangan dan dapat mempengaruhi rasa (Clydesdale, 1993). Penerapan suhu tinggi pada proses pengolahan juga berdampak pada pigmen-pigmen dalam bahan pangan yang mempengaruhi warna produk. Pigmen warna yang secara alami terkandung dalam bahan pangan rusak karena perlakuan panas, berubah secara kimiawi karena perubahan pH atau teroksidasi selama proses atau penyimpanan sehingga berdampak pada perubahan karakteristik dari segi warna tersebut (Karki, 2011). Dapat disimpulkan bahwa atribut warna merupakan salah satu faktor penting untuk menentukan proses yang tepat pada pengolahan *vegetable leather* dan juga mempengaruhi penerimaan oleh masyarakat.

Warna bahan dipengaruhi oleh adanya cahaya yang diserap dan dipantulkan. Teknik yang umum digunakan untuk mengukur warna makanan adalah dengan menggunakan alat *colorimeter* atau *color reader*. Ada beberapa skala warna dimana warna permukaan dapat direpresentasikan, umumnya ditentukan oleh tiga koordinat, yaitu skala L^* , a^* dan b^* (Barreiro dkk, 1997). Nilai L^* menyatakan tingkat kecerahan dengan kisaran 0-100 pada sumbu vertikal, dimana 0 menyatakan kecenderungan warna hitam atau gelap, dan 100 menyatakan kecenderungan warna putih atau cerah. Nilai a^* menyatakan tingkat kemerahan pada sumbu horizontal dengan nilai a positif menyatakan merah keunguan, dan nilai a negatif menyatakan biru kehijauan. Nilai b^* menyatakan tingkat kekuningan pada sumbu horizontal yang kedua, dengan nilai b positif menyatakan kekuningan dan nilai b negatif menyatakan tingkat kebiruan (Karki, 2011). Di bawah ini adalah hasil pengukuran warna kecerahan, kemerahan, dan kekuningan pada *vegetable leather* wortel berdasarkan dua perlakuan, yakni konsentrasi pektin dengan konsentrasi glukosa, dapat dilihat pada **Tabel 4.11**.



Tabel 4.11 Pengaruh Penambahan Pektin dan Sirup Glukosa Terhadap Kecerahan, Kemerahan, dan Kekuningan *Vegetable Leather Wortel*

Perlakuan (%)		L*	a*	b*
Pektin	Sirup Glukosa			
3	5	54,14 ± 0,30 ^a	29,16 ± 5,39 ^a	35,13 ± 9,87 ^a
3	10	52,49 ± 0,80 ^a	28,68 ± 4,96 ^a	34,83 ± 9,60 ^a
3	15	52,64 ± 1,90 ^a	27,96 ± 7,47 ^a	35,07 ± 11,06 ^a
4	5	51,20 ± 2,14 ^a	27,15 ± 7,45 ^a	33,30 ± 11,10 ^a
4	10	51,40 ± 1,44 ^a	26,83 ± 7,79 ^a	33,58 ± 11,55 ^a
4	15	51,25 ± 3,65 ^a	25,69 ± 5,53 ^a	33,00 ± 10,97 ^a
5	5	51,17 ± 2,42 ^a	32,36 ± 1,76 ^a	39,88 ± 2,28 ^a
5	10	49,95 ± 1,37 ^a	33,94 ± 0,57 ^a	39,69 ± 1,75 ^a
5	15	51,23 ± 0,40 ^a	33,31 ± 1,69 ^a	40,03 ± 1,54 ^a

Keterangan:

1. Setiap data hasil analisa merupakan rerata dari 3 ulangan
2. Angka di belakang simbol ± merupakan standar deviasi

4.2.2.4.1 Kecerahan (L*)

Kecerahan *vegetable leather* wortel pada berbagai konsentrasi pektin dan konsentrasi glukosa berkisar antara 49,95-54,14. Tingkat kecerahan *vegetable leather* wortel bersifat fluktuatif. Tingkat kecerahan *vegetable leather* wortel tertinggi terdapat pada formulasi pektin dengan konsentrasi 3% dan sirup glukosa dengan konsentrasi 5% yakni sebesar 54,14, sedangkan tingkat kecerahan *vegetable leather* wortel terendah terdapat pada formulasi pektin dengan konsentrasi 5% dan sirup glukosa dengan konsentrasi 10% yakni sebesar 49,95.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa faktor tingkat konsentrasi pektin berpengaruh nyata ($\alpha = 5\%$) terhadap kecerahan *vegetable leather* wortel, sedangkan faktor tingkat konsentrasi sirup glukosa tidak berpengaruh nyata ($\alpha = 5\%$) terhadap kecerahan *vegetable leather* wortel. Pada kedua faktor tidak terjadi interaksi.

Berdasarkan **Tabel 4.11**, menunjukkan bahwa pengaruh penambahan konsentrasi pektin terhadap tingkat kecerahan *vegetable leather* wortel bersifat fluktuatif, namun cenderung menurun. Semakin tinggi konsentrasi pektin, maka viskositas produk akan semakin meningkat karena pektin cenderung membentuk kompleks dengan komponen-komponen lain. Komponen-komponen tersebut akan terperangkap dalam gel



dan ikatan antara pembentuk gel dengan cairan menjadi lebih rapat, sehingga warna yang terbentuk menjadi lebih gelap. Perubahan warna menjadi cenderung lebih gelap ditunjukkan dengan adanya penurunan nilai kecerahan (Asumeng, 2012).

Kecerahan pada *vegetable leather* wortel juga dipengaruhi oleh pigmen yang terkandung dalam wortel. Wortel yang memiliki warna jingga atau oranye berasal dari kandungan pigmen karotenoid di dalamnya. Pigmen karotenoid yang terkandung di dalam wortel diantaranya yaitu betakaroten, alfakaroten, likopen, lutein, tokoferol, dan tokotrienol dengan kandungannya dalam 100 gram wortel segar secara berurutan antara lain 8.285 µg, 3.477 µg, 1 µg, 256 µg, 0,01 mg dan 0,01 mg (USDA, 2018). Setiap pigmen karotenoid memberikan warna yang berbeda, betakaroten dan alfakaroten berperan dalam memberikan warna jingga atau oranye, likopen berperan dalam memberikan warna kemerahan, lutein, tokoferol dan tokotrienol berperan dalam memberikan warna kekuningan (Trianto dkk, 2014). Seluruh pigmen karotenoid tersebut berperan dalam memberikan kecerahan pada *vegetable leather*.

Tabel 4.11 juga menunjukkan bahwa semakin tinggi penambahan konsentrasi sirup glukosa, maka tingkat kecerahan *vegetable leather* wortel semakin menurun. Penurunan tingkat kecerahan tersebut menandakan produk cenderung menjadi lebih gelap. Pada proses pengolahan *vegetable leather* melibatkan pemanasan pada tahap pemasakan adonan dan pengeringan. Adanya pemanasan dan sirup glukosa pada produk memicu terjadinya reaksi karamelisasi. Reaksi karamelisasi berlangsung dengan melalui beberapa tahap, awalnya setiap molekul sukrosa dipecah menjadi sebuah molekul glukosa dan sebuah fruktosa, yaitu fruktosa yang kekurangan satu molekul air. Penerapan suhu tinggi dapat mengeluarkan sebuah molekul air dari setiap molekul gula sehingga terjadilah glukosan. Proses pemecahan dan dehidrasi diikuti dengan polimerisasi yang menghasilkan warna kecoklatan (Arsa, 2016). Kecoklatan yang timbul dari hasil reaksi karamelisasi tersebut yang menyebabkan penurunan tingkat kecerahan pada *vegetable leather* wortel.

4.2.2.4.2 Kemerahan (a*)

Kemerahan *vegetable leather* wortel pada berbagai konsentrasi pektin dan konsentrasi glukosa berkisar antara 25,69-33,94. Tingkat kemerahan *vegetable leather* wortel cenderung mengalami penurunan, namun ada yang bersifat fluktuatif pada



formulasi tertentu. Tingkat kemerahan *vegetable leather* wortel tertinggi terdapat pada formulasi pektin dengan konsentrasi 5% dan sirup glukosa dengan konsentrasi 10% yakni sebesar 33,94, sedangkan tingkat kemerahan *vegetable leather* wortel terendah terdapat pada formulasi pektin dengan konsentrasi 4% dan sirup glukosa dengan konsentrasi 10% yakni sebesar 25,69.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa faktor tingkat konsentrasi pektin berpengaruh nyata ($\alpha = 5\%$) terhadap kemerahan *vegetable leather* wortel, sedangkan faktor tingkat konsentrasi sirup glukosa tidak berpengaruh nyata ($\alpha = 5\%$) terhadap kemerahan *vegetable leather* wortel. Pada kedua faktor tidak terjadi interaksi.

Berdasarkan **Tabel 4.11**, menunjukkan bahwa pengaruh penambahan konsentrasi pektin terhadap tingkat kemerahan pada produk *vegetable leather* bersifat fluktuatif namun cenderung meningkat. Semakin meningkatnya konsentrasi pektin, maka semakin kuat kemampuan pektin dalam menahan dan melindungi pigmen-pigmen warna dari kerusakan karena perlakuan panas (Faradina, 2018). Menurut Eduardo dkk (2016), pektin sebagai hidrokoloid mampu berinteraksi dengan komponen-komponen lain dalam matriks bahan pangan, selain itu juga dapat menghambat reaksi pencoklatan secara non-enzimatis dan kristalisasi gula. Hal ini disebabkan karena matriks yang terbentuk oleh pektin resisten terhadap kondisi pada proses pengolahan. Dengan adanya penambahan pektin pada konsentrasi 3-5% mampu memperlambat terjadinya proses pencoklatan pada *vegetable leather* wortel sehingga penambahan sirup glukosa tidak berpengaruh nyata terhadap warna kemerahan *vegetable leather* wortel.

Pada beberapa kondisi, penambahan konsentrasi sirup glukosa juga dapat memicu terjadinya pencoklatan pada produk karena reaksi karamelisasi. Reaksi karamelisasi adalah reaksi pencoklatan secara non-enzimatis yang terjadi karena adanya penerapan suhu tinggi pada bahan pangan yang mengandung gula. Terjadinya pencoklatan tersebut dapat menyebabkan peningkatan tingkat kemerahan pada *vegetable leather* wortel. Beberapa pigmen warna yang terkandung dalam wortel juga berpengaruh terhadap warna kemerahan pada *vegetable leather* wortel. Betakaroten dan alfakaroten berperan dalam memberikan warna jingga atau oranye dan likopen berperan dalam memberikan warna kemerahan (Trianto dkk, 2014).



4.2.2.4.3 Kekuningan (b*)

Kekuningan *vegetable leather* wortel pada berbagai konsentrasi pektin dan konsentrasi glukosa berkisar antara 33,00-40,03. Tingkat kekuningan *vegetable leather* wortel cenderung bersifat fluktuatif. Tingkat kekuningan *vegetable leather* wortel tertinggi terdapat pada formulasi pektin dengan konsentrasi 5% dan sirup glukosa dengan konsentrasi 15% yakni sebesar 40,03, sedangkan tingkat kekuningan *vegetable leather* wortel terendah terdapat pada formulasi pektin dengan konsentrasi 4% dan sirup glukosa dengan konsentrasi 15% yakni sebesar 33,00.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa faktor tingkat konsentrasi pektin tidak berpengaruh nyata ($\alpha = 5\%$) terhadap kekuningan *vegetable leather* wortel, dan faktor tingkat konsentrasi sirup glukosa juga tidak berpengaruh nyata ($\alpha = 5\%$) terhadap kekuningan *vegetable leather* wortel. Pada kedua faktor tidak terjadi interaksi.

Berdasarkan data pada **Tabel 4.11** tersebut diketahui bahwa pengaruh penambahan konsentrasi pektin terhadap tingkat kekuningan pada produk bersifat fluktuatif namun cenderung meningkat. Apabila konsentrasi pektin semakin meningkat, maka kemampuan pektin dalam mengikat pigmen-pigmen warna beserta komponen-komponen lain semakin kuat. Menurut Trianto dkk (2014), pigmen yang berperan dalam memberikan warna kekuningan pada wortel, yaitu pigmen lutein, tokoferol dan tokotrienol. Pigmen-pigmen warna tersebut akan dilindungi oleh pektin sehingga meminimalisir kerusakan oleh suhu tinggi dari proses pengeringan dan pemasakan (Faradina, 2018). Eduardo dkk (2016) menambahkan, hidrokoloid pada *vegetable leather* wortel yaitu pektin akan membentuk matriks dengan komponen-komponen lain dalam bahan pangan sehingga mampu menghambat reaksi pencoklatan non-enzimatis yakni karamelisasi. Penambahan pektin pada konsentrasi 3-5% mampu memperlambat terjadinya reaksi karamelisasi pada *vegetable leather* wortel sehingga penambahan sirup glukosa tidak berpengaruh nyata terhadap warna kekuningan *vegetable leather* wortel.

Sirup glukosa dapat mengakibatkan terjadinya reaksi karamelisasi, yaitu reaksi pencoklatan secara non-enzimatis yang terjadi karena adanya perlakuan panas pada bahan pangan yang mengandung gula. Karamelisasi dapat menyebabkan peningkatan tingkat kekuningan pada *vegetable leather* wortel (Bekti dkk, 2017). Pada *vegetable leather* wortel, reaksi pencoklatan secara non-enzimatis yakni reaksi karamelisasi dapat dihambat dengan adanya penambahan pektin pada konsentrasi 3-5%, sehingga reaksi



karamelisasi tidak dapat berlangsung dan penambahan sirup glukosa terhadap kekuningan pada *vegetable leather* wortel tidak berpengaruh nyata.

4.2.3 Pemilihan Perlakuan Terbaik

Pemilihan perlakuan terbaik pada *vegetable leather* wortel dilakukan dengan menggunakan Metode *Derringer's Desirability Function* (Derringer & Suich, 1980). Metode *Derringer's Desirability Function* digunakan untuk menentukan kondisi terbaik dari beberapa kombinasi perlakuan berdasarkan parameter fisik yaitu kekerasan, kuat tarik, dan elongasi. *Vegetable leather* wortel dibandingkan dengan produk *leather* komersial kemudian dianalisis menggunakan metode *Derringer's Desirability Function* sehingga dapat diperoleh peringkat yang menentukan perlakuan terbaik. Berikut adalah rata-rata nilai kualitas fisik produk komersial dari parameter kekerasan, kuat tarik, dan elongasi dapat dilihat pada **Tabel 4.12**.

Tabel 4.12 Rata-rata Nilai Kualitas Fisik Produk Komersial

	Kekerasan (N)	Kuat Tarik (N)	Elongasi (%)
L_i	0	0	0
U_i	19,03	31,72	27,70
T_i	3,40	15,86	13,85

Keterangan:

L_i : Nilai terendah (*lower*)

U_i : Nilai tertinggi (*upper*)

T_i : Target

Metode *Derringer's Desirability Function* menyatakan bahwa kualitas suatu produk memiliki karakteristik yang diinginkan atau yang tidak diinginkan. Metode ini memberikan nilai respon yang paling diinginkan berdasarkan peringkat seluruh produk atau formulasi. Pemilihan *vegetable leather* wortel terbaik menggunakan metode *Derringer's Desirability Function* dapat dilihat pada **Tabel 4.13**.



Tabel 4.13 Pemilihan *Vegetable Leather* Wortel Terbaik Menggunakan Metode *Derringer's Desirability Function*

Perlakuan	d1	d2	d3	D	Rank
P1G1	0,54	0,47	0,54	0,52	5
P1G2	0,52	0,51	0,64	0,55	4
P1G3	0,51	0,53	0,68	0,57	3
P2G1	0,36	0,60	0,88	0,57	2
P2G2	0,31	0,62	0,98	0,58	1
P2G3	0,27	0,60	0,85	0,51	6
P3G1	0,17	0,83	0,81	0,49	7
P3G2	0,11	0,89	0,46	0,36	9
P3G3	0,14	0,87	0,52	0,40	8

Keterangan:

d1: Kekerasan

d2: Kuat Tarik

d3: Elongasi

D: *Overall Desirability*

Berdasarkan hasil perhitungan perlakuan terbaik dari parameter fisik *vegetable leather* menggunakan metode *Derringer's Desirability Function* diperoleh *vegetable leather* wortel terbaik yaitu P2G2 dari penambahan pektin konsentrasi 4% dan sirup glukosa konsentrasi 10%. *Vegetable leather* terbaik memiliki nilai *overall desirability* atau nilai D = 0,58 yaitu nilai yang paling mendekati 1 di antara nilai D formulasi lainnya.

Apabila nilai D mendekati 1 maka *vegetable leather* semakin mendekati kontrol secara fisik. Selanjutnya *vegetable leather* terbaik dianalisa karakteristik kimianya yang meliputi kadar air, kadar protein, kadar lemak, kadar karbohidrat, kadar abu, kadar serat kasar, dan aktivitas antioksidan, dan diuji secara organoleptik.

4.2.4 Karakteristik Kimia Perlakuan Terbaik

Penentuan *vegetable leather* wortel perlakuan terbaik dilakukan berdasarkan hasil uji fisik, diperoleh perlakuan terbaiknya adalah P2G2 yaitu *vegetable leather* wortel dengan penambahan pektin sebanyak 4% dan sirup glukosa sebanyak 10%.

Karakteristik kimia *vegetable leather* wortel perlakuan terbaik diuji kadar air, kadar protein, kadar lemak, kadar karbohidrat, kadar abu, kadar serat kasar, dan aktivitas



antioksidan. Berikut adalah karakteristik kimia *vegetable leather* wortel perlakuan terbaik dapat dilihat pada **Tabel 4.14**.

Tabel 4.14 Pengaruh Penambahan Pektin dan Sirup Glukosa Terhadap Karakteristik Kimia *Vegetable Leather* Wortel

Karakteristik Kimia	Kadar (%)
Air	11,88 ± 0,22
Protein	3,50 ± 0,19
Lemak	0,19 ± 0,02
Karbohidrat	81,05 ± 1,36
Abu	3,60 ± 0,18
Serat Kasar	5,63 ± 0,00
Antioksidan	94,90 ± 0,74
Kecerahan (L)	51,40 ± 1,44
Kemerahan (*a)	26,83 ± 7,79
Kekuningan (*b)	33,58 ± 11,58

Keterangan:

1. Setiap data hasil analisa merupakan rerata dari 3 ulangan
2. Angka di belakang simbol ± merupakan standar deviasi

4.2.4.1 Kadar Air

Analisa kadar air pada perlakuan terbaik bertujuan untuk menentukan kadar air untuk satu sampel perlakuan terbaik. Kadar air memegang peranan penting dalam produk pangan karena mempengaruhi stabilitas dan kualitas produk, baik dari karakteristik maupun umur simpan (Atma, 2018). Karakteristik produk yang dipengaruhi oleh kadar air yaitu sifat fisik yang meliputi kenampakan, tekstur, warna, dan cita rasa.

Menurut Amanto dkk (2015), umur simpan produk juga dipengaruhi oleh kadar air, sebab semakin tinggi kadar air dalam bahan maka produk semakin tidak awet. Kadar air mempengaruhi sifat fisik *vegetable leather* dari segi tekstur yakni kekerasan, kuat tarik, dan elongasi. Semakin tinggi kadar air, maka tekstur *vegetable leather* akan semakin lunak. Sebaliknya, semakin rendah kadar air, maka tekstur *vegetable leather* semakin keras hingga menyerupai permen.

Belum ada syarat mutu yang dikeluarkan oleh SNI untuk menentukan batas kadar air pada produk *vegetable leather*. Produk yang memiliki karakteristik yang hampir mirip dengan *vegetable leather* adalah manisan kering. Berdasarkan SNI No. 1718-83 tahun 1996, menyatakan bahwa kadar air maksimum manisan kering adalah 25%.



Menurut Nurlaely (2002), *vegetable leather* yang baik memiliki kadar air di antara 10%-20%. Menurut USDA *National Nutrient Database* (2007), kadar air yang terkandung dalam *vegetable leather* adalah sekitar 12,30%. Jika dibandingkan dengan penelitian, kadar air *vegetable leather* wortel perlakuan terbaik sebesar 11,88% sudah sesuai dengan syarat mutu yang berlaku.

Menurut Karki (2011), kadar air pada *vegetable leather* dipengaruhi oleh jenis bahan baku, proses pengeringan, suhu pengeringan, tingkat keasaman dan total gula. Kadar air yang rendah dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme sehingga dapat memperpanjang masa simpan produk. Namun kadar air yang terlalu rendah dapat memberikan dampak negatif pada *vegetable leather* karena menghasilkan tekstur yang terlalu keras dan cenderung renyah. Air dalam produk pangan terdiri atas air bebas dan air terikat. Air bebas terdapat pada pori-pori bahan pangan dan pada ruang antar sel. Sedangkan yang tergolong sebagai air terikat adalah air yang berikatan dengan makromolekul seperti karbohidrat dan protein, atau membentuk hidrat dengan garam-garam di dalam sel (Atma, 2018). Kadar air dinyatakan dalam persentase jumlah air yang terkandung dalam bahan. Metode yang dilakukan untuk analisis kadar air *vegetable leather* wortel adalah metode oven kering, dimana sampel dikeringkan dalam oven vakum pada suhu 105°C hingga tercapai berat konstan.

4.2.4.2 Kadar Protein

Protein adalah polimer panjang yang tersusun dari asam-asam amino yang bergabung melalui ikatan peptida (CONH). Unsur-unsur kimia yang terdapat dalam protein diantaranya yaitu karbon 55%, hidrogen 7%, oksigen 23%, nitrogen 16%, sulfur 1%, dan fosfor kurang dari 1%. Protein memiliki peran penting bagi tubuh manusia, antara lain sebagai enzim, berperan sebagai antibodi dalam sistem kekebalan tubuh, berperan untuk pergerakan pada otot, dan lain sebagainya (Sumbono, 2016). Kadar protein yang terkandung dalam *vegetable leather* wortel dapat dilihat pada **Tabel 4.14**.

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu, ditemukan kadar protein dari beberapa produk *leather* dengan berbagai varian bahan baku. Pada penelitian yang dilakukan oleh Oluwa dan Ekwunife (2015), ditemukan kadar protein *fruit leather* campuran apel, pisang, dan nanas adalah sebanyak 0,58; 0,60; 0,71%. Pada *fruit leather* campuran mangga dan ubi yang diteliti oleh Asumeng (2012) memiliki kadar protein sebesar 2,20%; 2,25%;



2,30%; 2,33%; 2,34%; dan 2,41%. Pada *fruit leather blueberry* yang diteliti oleh Karki (2011) memiliki kadar protein sebesar 0,6%. Dengan demikian dapat diketahui bahwa protein yang terkandung dalam masing-masing *leather* memiliki kadar yang berbeda-beda, tergantung dari bahan baku yang digunakan dan proses pengolahannya.

Banyaknya kandungan protein dalam *vegetable leather* dapat dipengaruhi oleh bahan baku, bahan tambahan pangan, dan proses pengolahan. Menurut hasil analisis, bahan baku *puree* wortel memiliki kadar protein sebanyak 1,44%, sedangkan setelah bahan baku diolah menjadi *vegetable leather* wortel memiliki kadar protein sebanyak 3,50%. Perubahan kadar protein tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu proses pengolahan yang melibatkan suhu tinggi yakni pada proses pemasakan dan pengeringan serta penambahan bahan tambahan pangan yang juga dapat mempengaruhi karakteristik kimia *vegetable leather* wortel, yang mana dalam pembuatannya melibatkan penambahan pektin dan asam sitrat. Menurut Sumbono (2016), struktur protein tidak stabil sehingga mudah terdenaturasi, dimana protein akan terurai menjadi struktur primernya. Denaturasi protein yang menyebabkan pelepasan asam-asam amino pada protein sehingga polipeptida protein terpecah menjadi molekul-molekul penyusunnya, yaitu asam amino (Perera, 2005). Faktor-faktor yang dapat menyebabkan denaturasi antara lain pH, suhu pemanasan, serta adanya radikal. Pada umumnya, protein pangan akan terdenaturasi pada suhu 60-90°C.

Analisa protein *vegetable leather* wortel menggunakan metode Kjeldahl, dimana menurut Sumantri (2013), penetapan kadar protein dengan metode Kjeldahl merupakan metode tidak langsung yaitu melalui penetapan kadar N dalam bahan yang disebut protein kasar. Prinsip metode ini adalah senyawa-senyawa yang mengandung nitrogen akan mengalami oksidasi oleh asam kuat yaitu asam sulfat (H_2SO_4) kemudian dikonversi menjadi amonia dan bereaksi dengan asam pekat membentuk garam ammonium. Selanjutnya ditambahkan basa kuat yaitu NaOH untuk menetralkan suasana reaksi dan kemudian didestilasi dengan asam dan dititrasi untuk mengetahui jumlah N yang dikonversi. Rosaini dkk (2015) menambahkan bahwa metode Kjeldahl memiliki beberapa kekurangan yaitu purina, pirimidina, vitamin-vitamin, asam amino besar, dan kreatina ikut teranalisis dan terukur sebagai nitrogen. Dengan demikian nitrogen yang terukur bukan hanya dari protein yang terkandung, melainkan juga termasuk nitrogen dari komponen-komponen lain. Di samping itu, penambahan pektin juga turut berperan dalam meningkatkan kadar protein dalam *vegetable leather* wortel. Pektin merupakan



bahan pengikat yang mampu mengikat molekul-molekul air yang terperangkap dalam struktur gel yang dibentuk, sehingga protein pada wortel yang bersifat larut air akan ikut terperangkap dalam struktur gel yang terbentuk oleh pektin. Penambahan penstabil seperti asam sitrat juga dapat membantu mencegah terjadinya reaksi-reaksi yang tidak diinginkan pada protein, sehingga asam sitrat mampu meningkatkan stabilitas panas protein pada pH netral (Irviani dkk, 2015).

4.2.4.3 Kadar Lemak

Lemak adalah sumber energi penting dalam makanan yang akan dirombak oleh tubuh menjadi cadangan energi. Dalam makanan, lemak berperan sebagai pembawa aroma dan flavor yang aktif dan sinergetik. Pada beberapa produk pangan, lemak juga dapat memberikan tekstur yang baik (Hartomo dkk, 1993). Lemak memiliki sifat sulit larut dalam air namun mudah larut dalam pelarut organik seperti kloroform atau aseton. Senyawa lemak dapat digolongkan menjadi beberapa kelompok yaitu asam lemak, gliserolipid, fosfolipid, dan steroid (Sumbono, 2016). Lemak nabati banyak mengandung fitosterol dan lebih banyak kandungan asam lemak tak jenuh daripada lemak hewani, sehingga umumnya berbentuk cair (Sundari dkk, 2015). Kadar lemak yang terkandung dalam *vegetable leather* wortel dapat dilihat pada **Tabel 4.14**.

Berdasarkan beberapa penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya, diperoleh kadar lemak dari berbagai varian *leather*. Pada penelitian yang dilakukan oleh Oluwa dan Ekwunife (2015), dalam *fruit leather* campuran apel, pisang dan nanas memiliki kadar lemak sebesar 2,21%; 2,18%; 2,32%. Pada *fruit leather* campuran mangga dan ubi yang diteliti oleh Asumeng (2012) memiliki kadar lemak sebesar 0,62; 0,63; 0,64%. Pada penelitian yang dilakukan oleh Karki (2011), dalam *fruit leather blueberry* memiliki kadar lemak sebanyak 0,40%. Dapat ditarik kesimpulan bahwa setiap *leather* dengan bahan baku yang berbeda akan memiliki kadar lemak yang berbeda pula, namun pada umumnya berkisar antara 0,40-2,32%. Berdasarkan hasil analisis, bahan baku *vegetable leather* wortel yakni *puree* wortel memiliki kadar lemak sebesar 0,27%, sedangkan kadar lemak produk *vegetable leather* sebesar 0,19%. Perubahan kadar lemak produk *vegetable leather* tersebut dapat disebabkan oleh proses pengolahan yang dapat menyebabkan terjadinya perubahan kadar lemak akhir.



Menurut Karki (2011), proses pengeringan pada pembuatan *vegetable leather* dapat mengakibatkan penurunan kadar lemak yang terkandung di dalamnya. Penurunan kadar lemak pada *leather* dapat disebabkan oleh hidrolisis secara enzimatik pada saat proses pengeringan atau oksidasi lemak karena perlakuan dengan panas (Perera, 2005). Tingkat penurunan lemak karena perlakuan dengan panas bervariasi tergantung pada suhu yang digunakan dan lama waktu proses pengolahannya. Semakin tinggi suhu yang digunakan, maka semakin intens tingkat kerusakan lemaknya (Sundari dkk, 2015). Lemak yang terkandung dalam bahan nabati cenderung lebih sedikit dibandingkan dengan bahan hewani. Hal ini disebabkan karena pada bahan nabati, lemak bukan merupakan komposisi yang dominan. Harris dan Endel (1989) menambahkan bahwa seiring dengan peningkatan kadar air akan menyebabkan terjadinya penyusutan dan penurunan jumlah nutrisi yang terkandung di dalam bahan pangan, sebab kepekatan kandungan zat nutrisi di dalam sel ikut menurun. Nutrisi tersebut dapat berupa karbohidrat, lemak, dan protein. Pada proses pembuatan *vegetable leather* juga tidak melibatkan penambahan bahan tambahan pangan yang dapat menambah kadar lemak pada produk, sehingga kadar lemak akhir produk *vegetable leather* cenderung kecil.

4.2.4.4 Kadar Abu

Kadar abu merupakan zat-zat anorganik dalam bahan yang tidak terbakar selama proses pembakaran. Kadar abu bersifat tidak mudah menguap sehingga tetap tinggal dalam pembakaran senyawa organik. Kandungan mineral dalam bahan pangan ditunjukkan oleh kadar abu. Semakin tinggi kadar abu suatu bahan pangan, maka semakin tinggi kandungan mineralnya. Mineral dibutuhkan oleh tubuh dalam jumlah kecil dan berfungsi sebagai zat pembangun (Rahman, 2018). Kadar abu yang terkandung dalam *vegetable leather* wortel dapat dilihat pada **Tabel 4.14**.

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, diperoleh kadar abu dari beberapa *leather* dengan bahan baku yang bervariasi. Pada *vegetable leather* campuran wortel dan labu siam yang diteliti oleh Sinurat (2017) memiliki kadar abu sebanyak 0,84%; 0,86%; 0,88%; dan 0,89%. Pada *fruit leather* campuran apel, pisang, dan nanas yang diteliti oleh Oluwa dan Ekwunife (2015), memiliki kadar abu sebanyak 0,94%; 0,97%; 1,20%. Pada *fruit leather* campuran mangga dan ubi yang diteliti oleh Asumeng (2012),



memiliki kadar abu sebesar 0,26; 0,27, 0,28%. Pada penelitian *fruit leather blueberry* oleh Karki (2011), memiliki kadar abu sebesar 1,20%.

Menurut hasil analisis, bahan baku *vegetable leather* wortel yakni *puree* wortel memiliki kadar abu sebesar 0,60%, sedangkan kadar abu yang terkandung dalam *vegetable leather* wortel sebesar 3,60%. Karki (2011) menyatakan bahwa proses pemasakan yang dilibatkan pada pengolahan *fruit leather* menyebabkan peningkatan pada kadar mineral produk dibandingkan dengan bahan baku yang masih segar atau berbentuk *puree*. Beberapa bahan tambahan pangan yang digunakan diketahui dapat meningkatkan kadar abu pada produk karena mengandung mineral-mineral tertentu. Misalnya pada pektin, dalam 100 gram-nya mengandung kalsium sebanyak 283,40 mg, kalium 290,60 mg, magnesium 22,40 mg, sodium 385 mg, dan zat besi 10,60 mg. Asam sitrat mengandung beberapa jenis mineral seperti magnesium, mangan, zink, dan zat besi (Widyanti, 2010). Sementara itu menurut SNI 01-2978-1992, sirup glukosa memiliki kadar abu maksimal 1%. Dari penambahan beberapa bahan tersebut diketahui dapat meningkatkan kadar abu pada produk *vegetable leather* wortel. Asumeng (2012) menambahkan kadar mineral yang tinggi dapat dimanfaatkan untuk memperlambat pertumbuhan mikroorganisme tertentu. Selain itu, mineral pada produk pangan dapat memberikan dampak yang baik pada karakteristik fisik dan kimia produk.

4.2.4.5 Kadar Karbohidrat

Karbohidrat merupakan sumber energi utama di samping lemak dan protein. Sebagian besar makanan yang dikonsumsi sehari-hari terdiri atas karbohidrat. Karbohidrat utama yang terkandung dalam makanan adalah pati atau amilum. Pada sistem pencernaan manusia, karbohidrat yang merupakan polisakarida akan dipecah oleh enzim-enzim pencernaan menjadi molekul penyusunnya yaitu monosakarida sehingga dapat dimetabolisme oleh tubuh dan dijadikan sebagai sumber energi (Firani, 2017). Kadar abu yang terkandung dalam *vegetable leather* wortel dapat dilihat pada

Tabel 4.14.

Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu, diperoleh kadar karbohidrat dari *fruit leather* dengan bahan baku yang beragam. Pada penelitian *fruit leather* campuran apel, pisang dan nanas yang diteliti oleh Olua dan Ekwunife (2015), memiliki kadar karbohidrat sebesar 84,77%. Dari hasil penelitian Asumeng (2012) pada *fruit leather*



campuran mangga dan ubi, kadar karbohidratnya sebesar 81,3%. Pada *fruit leather blueberry* yang diteliti oleh Karki (2011), memiliki kadar karbohidrat sebesar 78,10%.

Dari beberapa penelitian tersebut diketahui bahwa *leather* dengan berbagai jenis bahan baku memiliki kadar karbohidrat di antara 78,10-84,77%. Kadar karbohidrat yang terkandung dalam *puree* wortel menurut hasil analisis adalah sebanyak 6,51%, sedangkan kadar karbohidrat yang terkandung dalam *vegetable leather* wortel adalah sebanyak 81,05%, dengan demikian kadar karbohidrat yang terkandung dalam *vegetable leather* wortel telah sesuai dengan literatur.

Dari hasil analisis kadar karbohidrat *vegetable leather* wortel, diketahui kadar karbohidrat *vegetable leather* wortel mengalami kenaikan yang cukup signifikan jika dibandingkan dengan kadar karbohidrat bahan baku. Menurut Winarno (2004), peningkatan karbohidrat disebabkan karena terjadinya penurunan kadar air sehingga menyebabkan terjadinya peningkatan jumlah kandungan lemak, protein dan karbohidrat pada bahan pangan. Pada proses pengolahan *vegetable leather* melibatkan proses pengeringan sehingga dapat menurunkan kadar air produk. Pada proses pembuatan *vegetable leather* wortel juga melibatkan penambahan sirup glukosa. Sirup glukosa yang sering dikenal sebagai gula cair mengandung D-glukosa, maltosa, dan polimer D-glukosa yang dibuat melalui proses hidrolisis pati (Triyono, 2008). Kandungannya yang didominasi oleh gula secara otomatis akan meningkatkan kadar karbohidrat *vegetable leather* wortel. Di samping itu, kadar karbohidrat *vegetable leather* wortel dianalisis menggunakan metode *by difference*. Kadar karbohidrat yang dihitung dipengaruhi oleh komponen-komponen kimia lainnya, yakni protein, lemak, dan abu. Semakin tinggi jumlah komponen lain, maka kadar karbohidrat akan semakin rendah, sebaliknya semakin rendah jumlah komponen lain maka kadar karbohidrat akan semakin tinggi (Lestari dkk, 2013).

4.2.4.6 Kadar Serat Kasar

Serat kasar adalah zat organik yang meliputi selulosa, lignin, dan sebagian dari pentosan yang tidak larut dalam asam kuat (H_2SO_4) dan basa kuat (NaOH) (Tilawati, 2016). Analisis kadar serat kasar pada *vegetable leather* wortel dilakukan dengan menggunakan prinsip gravimetri. *Vegetable leather* wortel terbaik dihidrolisis dengan asam kuat dan basa kuat hingga hanya tersisa komponen serat kasar. Kemudian hasil



hidrolisis dioven dan ditimbang untuk diperoleh kadar serat kasarnya. Kadar serat kasar *vegetable leather* wortel terbaik dapat dilihat pada **Tabel 4.14**:

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ariesta (2016) menunjukkan bahwa pada *vegetable leather* daun katuk menggunakan penstabil CMC (*carboxy methyl cellulose*) pada konsentrasi 1% dan gliserol 0,6% memiliki kadar serat kasar sebesar 5,82%. Pada hasil riset yang dilakukan oleh Nainggolan dkk (2015) menunjukkan bahwa *vegetable leather* campuran nanas dan brokoli yang didengan penstabil gum arab konsentrasi 1,2% memiliki kadar serat kasar sebesar 3,72%. Pada *vegetable leather* mentimun dan brokoli dengan perbandingan mentimun:brokoli 30%:70% yang diteliti oleh Rodiyanti dkk (2017) memiliki kadar serat kasar sebesar 2,25%. *Vegetable leather* wortel memiliki jumlah kadar serat di antara *vegetable leather* lainnya. Hal tersebut menunjukkan bahwa kadar serat *vegetable leather* bervariasi tergantung dari bahan baku dan penstabil yang digunakan, sebab bahan baku yang berbeda memiliki kadar serat yang berbeda pula sehingga dapat mempengaruhi kadar serat produk *vegetable leather* yang dihasilkan. Penstabil juga dapat mempengaruhi kadar serat produk *vegetable leather*, tergantung dari jenis dan konsentrasi yang dipakai.

Kadar serat kasar dalam *vegetable leather* perlakuan terbaik dipengaruhi oleh penambahan pektin pada konsentrasi yang cukup tinggi yaitu 5% dan penggunaan bahan baku wortel itu sendiri. Trowell dkk (1985) menyatakan bahwa serat pangan terdiri atas sisa-sisa sel tanaman yang tahan terhadap hidrolisis oleh enzim pencernaan, yang komponennya adalah hemiselulosa, selulosa, lignin, oligosakarida, pektin, gum dan lilin. Sedangkan menurut Khanum dkk (2000), kandungan serat kasar pada wortel meliputi 2,3 gram serat tidak larut dan 0,5 gram serat larut. Pernyataan tersebut didukung oleh Dhingra dkk (2011) yang menyebutkan bahwa yang dimaksud dengan serat tidak larut adalah serat yang tidak dapat terhidrolisis dalam sistem pencernaan manusia.

Perlakuan pemanasan pada pembuatan *vegetable leather* wortel juga dapat mempengaruhi kadar serat kasar-nya. Proses pemanasan dapat menurunkan kadar air dalam produk, sehingga membuat struktur molekul pati akan lebih teratur dan menjadi lebih sulit untuk dihidrolisis oleh enzim, yang mana dalam analisis kerat kasar enzim pencernaan digambarkan oleh penambahan asam kuat dan basa kuat. Pati yang tidak tercerna tersebut dikategorikan sebagai serat kasar (Chang, 1985). Hubungan antara kadar air dan kadar serat kasar adalah semakin rendah kadar air karena pemanasan, maka kadar serat kasar akan semakin meningkat.



Serat memiliki peran yang penting dalam tubuh dan tidak dapat digantikan oleh komponen lainnya, yaitu memicu terjadinya kondisi fisiologis dan metabolik yang dapat melindungi kesehatan saluran pencernaan, khususnya usus halus dan usus besar (Kusharto, 2006). Konsumsi serat yang cukup dapat memberikan peran penting bagi tubuh, diantaranya mengatur kadar gula darah, menurunkan kadar kolesterol, mencegah penyakit jantung, mencegah konstipasi, dan mencegah kanker usus besar. Beberapa gangguan saluran cerna juga dapat diatasi dengan konsumsi serat yang memadai, seperti kantung empedu, divertikulus, usus halus, dan usus besar (Tala, 2009).

4.2.4.7 Aktivitas Antioksidan

Antioksidan adalah senyawa pendonor atau pemberi elektron dan berperan sebagai reduktan. Senyawa antioksidan memiliki kemampuan dalam menginaktivasi berkembangnya reaksi oksidasi dengan cara menghambat pembentukan radikal. Mekanisme penghambatan dilakukan dengan cara mengikat radikal bebas (Ulfa, 2016). Menurut Damayanthi, dkk (2010), antioksidan dapat menghambat reaksi oksidasi dengan cara mendonorkan satu elektronnya kepada senyawa oksidan. Kandungan antioksidan yang cukup dapat membantu meningkatkan pertahanan tubuh terhadap timbulnya penyakit yang disebabkan oleh radikal bebas. Pada makanan, antioksidan mampu mencegah terjadinya ketengikan karena oksidasi lemak (Molyneux, 2004).

Menurut Suna dkk (2014), pada *fruit leather* aprikot yang dikeringkan dengan berbagai metode pengeringan, memiliki hasil aktivitas antioksidan yang bervariasi, dimana aktivitas antioksidan yang paling optimal adalah *fruit leather* aprikot menggunakan metode pengeringan oven vakum. Berdasarkan hasil analisis aktivitas antioksidan pada sampel *vegetable leather* dengan metode DPPH IC_{50} , diperoleh nilai IC_{50} sebesar 94,90%. Molyneux (2004) menyatakan bahwa semakin kecil nilai IC_{50} suatu senyawa maka semakin aktif senyawa tersebut dalam menangkal radikal bebas. Nilai IC_{50} digolongkan berdasarkan tingkat aktivitas antioksidannya, pada di bawah 50 berarti aktivitas antioksidannya sangat aktif. Pada kisaran 50-100 berarti aktivitas antioksidannya aktif, pada kisaran 101-250 berarti aktivitas antioksidannya sedang, pada kisaran 250-500 berarti aktivitas antioksidannya lemah, dan di atas 500 berarti



aktivitas antioksidannya tidak aktif. Dengan demikian, aktivitas antioksidan *vegetable leather* wortel dapat digolongkan aktif.

Tabel 4.15 Hasil Analisa Aktivitas Antioksidan Bahan Baku dan Perlakuan Terbaik dengan Perbandingan Literatur

Sampel	Aktivitas Antioksidan
Wortel segar	40,60% ^a
<i>Puree</i> wortel	55,04%
<i>Vegetable leather</i> wortel	94,90%
<i>Fruit leather</i> aprikot, metode pengeringan:	
1. Sinar matahari	27,82% ^b
2. Microwave oven	18,25% ^b
3. Oven vakum	8,91% ^b

Keterangan:

2. Sumber:
- a : Bozalan dan Karadeniz (2010)
 - b : Suna dkk (2014)

Analisis aktivitas antioksidan pada *vegetable leather* wortel menggunakan metode DPPH IC₅₀, yaitu dengan mengukur besarnya absorbansi perubahan warna pereaksi 1,1-difenil-2-pikrihidrazil (DPPH) dari warna ungu menjadi kuning. Intensitas warna dari larutan uji diukur oleh spektrofotometer UV-Vis, hasil absorbansinya diinterpretasikan sebagai IC₅₀. Definisi IC₅₀ itu sendiri adalah jumlah antioksidan yang dibutuhkan untuk menurunkan konsentrasi awal DPPH sebanyak 50% (Molyneux, 2004).

Wortel sebagai bahan baku pembuatan *vegetable leather* wortel kaya akan antioksidan, terutama karotenoid. Karotenoid dan provitamin A adalah antioksidan alami yang terkandung dalam umbi wortel (Soebagio dkk, 2007). Karotenoid digolongkan menjadi dua kelompok, yaitu karoten dan xantofil. Karoten merupakan karotenoid hidrokarbon, pada wortel mengandung beberapa macam karoten antara lain beta karoten, alfa karoten dan likopen. Xantofil merupakan turunan karoten teroksidasi, pada wortel misalnya seperti lutein (Panjaitan dkk, 2008). Menurut Patras (2009), dalam 100 gram wortel terdapat betakaroten sebanyak 74,05 mg. Peran betakaroten dalam tubuh adalah untuk mencegah penyakit jantung. Provitamin A setelah dikonsumsi akan dicerna



di dalam tubuh dan diubah menjadi vitamin A yang berfungsi untuk mengobati penyakit mata. Di samping betakaroten, wortel juga banyak mengandung vitamin C yang dapat meningkatkan fungsi imun (Winarsi, 2007). Karotenoid sensitif terhadap oksidasi karena udara dan suhu tinggi, sehingga akan lebih stabil apabila melalui proses pemanasan pada kondisi vakum. Pada suhu 100°C, karotenoid mulai mengalami penurunan kemampuan dalam menangkal radikal bebas, dan kemampuannya akan semakin menurun dengan adanya udara (Kusbandari dan Susanti, 2017).

4.2.5 Hasil Uji Organoleptik Perlakuan Terbaik

Uji organoleptik atau evaluasi sensoris merupakan suatu pengukuran ilmiah dalam mengukur dan menganalisa karakteristik yang ada pada suatu bahan pangan yang dapat diterima oleh indera manusia, yaitu indera penglihatan, pengecapan, penciuman, peraba, dan melakukan interpretasi reaksi dari efek proses penginderaan yang telah dilakukan (Waysima dkk, 2010). Dalam melakukan uji organoleptik melibatkan panelis pada jumlah tertentu sebagai alat ukurnya. Pada penelitian ini, digunakan uji hedonik atau *hedonic scale* yang juga disebut sebagai uji kesukaan.

Menurut Sofiah dkk (2008), uji hedonik adalah uji organoleptik dimana panelis diminta untuk memberi tanggapan secara pribadi terhadap kesukaan atau ketidaksukaan terhadap atribut-atribut produk pangan yang diujikan beserta level atau tingkat kesukaan. Tingkat kesukaan ini disebut sebagai skala hedonik, misalnya terdiri dari tujuh tingkatan yakni sangat suka, suka, agak suka, netral, agak tidak suka, tidak suka, sangat tidak suka, dan lain-lain. Skala hedonik kemudian ditransformasi menjadi skala numerik supaya selanjutnya dapat dilakukan analisis statistik (Susiwi, 2009). Stone dkk (2004)

menyebutkan bahwa uji hedonik merupakan sebuah pengujian dalam analisa sensori organoleptik yang digunakan untuk mengetahui besarnya perbedaan kualitas diantara beberapa produk sejenis dengan memberikan penilaian atau skor terhadap parameter atau karakteristik tertentu dari produk yang diujikan untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap produk tersebut. Panelis atau responden yang dilibatkan dalam uji hedonik berjumlah cukup banyak (Saxby, 1996). Jumlah panelis yang dilibatkan sebanyak 60 panelis tidak terlatih. Atribut yang digunakan sebagai parameter organoleptik antara lain warna, aroma, tekstur, rasa, dan keseluruhan.



Tabel 4.16 Hasil Uji Organoleptik *Vegetable Leather* Wortel Perlakuan Terbaik

Parameter	Tingkat Keseluruhan							Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	7	
Warna	0	0	0	3	12	33	12	5,90
Aroma	0	0	2	34	18	6	0	4,46
Tekstur	0	0	1	21	30	8	0	4,75
Rasa	0	0	8	24	24	3	1	4,42
Keseluruhan	0	0	6	16	33	5	0	4,62
Rata-rata								4,83

Tabel 4.16 menunjukkan hasil uji organoleptik *vegetable leather* wortel dengan penambahan pektin dan sirup glukosa jika dilihat dari setiap parameter dan diperoleh rata-rata dari keseluruhan parameter yaitu sebesar 4,84. Nilai rata-rata 4,84 dibulatkan menjadi 5, dimana skor 5 merupakan tingkat kesukaan panelis terhadap *vegetable leather* wortel yakni agak suka. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa *vegetable leather* wortel formulasi terbaik dapat diterima oleh masyarakat.

4.2.5.1 Warna

Berdasarkan **Tabel 4.16**, sampel *vegetable leather* wortel yang diujikan secara organoleptik adalah perlakuan terbaik menurut hasil uji fisik, dengan penambahan pektin pada konsentrasi 4% dan sirup glukosa pada konsentrasi 10%. Respon panelis terhadap parameter warna *vegetable leather* wortel terbaik terdapat pada skala 4 (netral) sampai 7 (sangat suka), dimana 3 panelis memberi skor 4 (netral), 12 panelis memberi skor 5 (agak suka), 33 panelis memberi skor 6 (suka), dan 12 panelis memberi skor 7 (sangat suka). Setelah dirata-rata dari total 60 panelis, diperoleh rata-rata nilai tingkat kesukaan panelis terhadap parameter warna *vegetable leather* wortel yakni sebesar 5,90 dan dibulatkan menjadi 6 (suka). Beberapa panelis memberi tanggapan bahwa *vegetable leather* wortel memiliki warna yang menarik karena warnanya yang cerah. Berdasarkan hasil uji organoleptik, *vegetable leather* wortel perlakuan terbaik dari hasil uji fisik juga dapat diterima oleh masyarakat berdasarkan parameter warna. Dibandingkan dengan penelitian *vegetable leather* campuran wortel dan tomat dengan kajian pektin yang dilakukan oleh Asianti (2017), diperoleh tingkat kesukaan panelis terhadap parameter



warna *vegetable leather* dengan skor 4,96 yang dibulatkan menjadi 5, yang berarti panelis agak menyukai. Berdasarkan parameter warna, panelis lebih menyukai *vegetable leather* wortel dibanding *vegetable leather* campuran wortel dan tomat dan produk dapat diterima oleh masyarakat dari parameter warna.

Faktor yang memegang peran paling penting dalam pembentukan warna pada *vegetable leather* wortel adalah bahan baku, yakni wortel. Wortel kaya akan beta karoten yang membentuk warna oranye atau jingga. Beta karoten atau karotenoid merupakan senyawa alami yang memiliki sifat larut dalam lemak atau pelarut organik tetapi tidak larut dalam air. Pigmen yang membentuk warna oranye, merah atau kuning pada wortel adalah beta karoten (Landrum, 2010). Selain wortel, sirup glukosa sebagai bahan pemanis juga dapat mempengaruhi warna pada *vegetable leather*. Menurut SNI 01-2978-1992, sirup glukosa adalah cairan kental dan jernih dengan komponen utama glukosa, yang diperoleh dari hidrolisis pati dengan cara kimia atau enzimatik. Pada pembuatan *vegetable leather* melalui proses pengeringan sehingga melibatkan suhu tinggi. Suhu tinggi tersebut juga memicu terjadinya reaksi karamelisasi. Menurut Rofiah dkk (2014), reaksi karamelisasi disebabkan oleh adanya pemanasan pada gula sehingga menghasilkan suatu senyawa yang akan merubah produk pangan menjadi berwarna coklat. Besarnya perubahan tersebut tergantung beberapa faktor antara lain suhu, kadar air, aktivitas air, lama pemanasan, dan komponen-komponen yang dikandung bahan pangan (Winarno, 2004). Perubahan warna coklat pada *vegetable leather* wortel ditandai dengan meningkatnya nilai kecerahan berdasarkan hasil analisis warna.

4.2.5.2 Aroma

Berdasarkan **Tabel 4.16**, sampel *vegetable leather* wortel yang diujikan secara organoleptik adalah perlakuan terbaik menurut hasil uji fisik, dengan penambahan pektin pada konsentrasi 4% dan sirup glukosa pada konsentrasi 10%. Respon panelis terhadap parameter aroma *vegetable leather* wortel terbaik terdapat pada skala 3 (agak tidak suka) sampai 6 (suka), dimana 2 panelis memberi skor 3 (agak tidak suka), 34 panelis memberi skor 4 (netral), 18 panelis memberi skor 5 (agak suka), dan 6 panelis memberi skor 6 (suka). Setelah dirata-rata dari total 60 panelis, diperoleh rata-rata nilai tingkat kesukaan panelis terhadap parameter aroma *vegetable leather* wortel yakni sebesar



4,46 dan dibulatkan menjadi 4 (netral). Beberapa panelis memberi tanggapan bahwa *vegetable leather* wortel memiliki aroma yang kurang menyengat, dan beberapa panelis juga menyarankan untuk meningkatkan aroma wortel pada *vegetable leather* wortel. Dibandingkan dengan *vegetable leather* campuran nanas dan wortel yang diteliti oleh Sidi dkk (2014), panelis memberikan nilai untuk tingkat kesukaan parameter aroma yaitu 3,00 yang berarti netral. Berdasarkan hasil uji organoleptik, *vegetable leather* wortel perlakuan terbaik dari hasil uji fisik juga dapat diterima oleh masyarakat berdasarkan parameter aroma.

Menurut Kemp dkk (2009), aroma adalah bau dari produk makanan yang merespon saat senyawa volatil masuk ke rongga hidung ketika manusia menghirup atau bernafas, juga dapat masuk melalui bagian belakang tenggorokan selama manusia makan. Senyawa yang dapat menimbulkan aroma sifatnya volatil atau mudah menguap, sehingga dapat dengan mudah mencapai sistem penciuman di bagian atas hidung.

Aroma atau bau berperan dalam menentukan kelezatan bahan makanan. Sayuran wortel memiliki aroma yang khas. Menurut Rubatzky dan Yamaguchi (1997) umbi wortel memiliki kantong minyak dalam ruang antarsel perisel dan mengandung minyak esensial. Minyak esensial tersebut yang menyebabkan bau dan aroma yang khas pada wortel. Selain itu, akar tunggangnya menyimpan gula dalam jumlah yang cukup banyak. Gula-gula yang terkandung dalam wortel umumnya terdiri dari sukrosa, glukosa, fruktosa dan maltosa. Soekarto (1985) menjelaskan bahwa selain dapat memberikan rasa manis, gula juga dapat memberikan pengaruh terhadap aroma yang khas. Munculnya aroma pada bahan makanan umumnya juga disebabkan oleh zat kimia yang bereaksi dan membentuk persenyawaan dengan zat kimia lainnya (Kartika, 1988). Penambahan bahan tambahan pangan seperti sirup glukosa dan asam sitrat dalam pembuatan *vegetable leather* juga berperan secara sinergis dalam pembentukan aroma, terlebih setelah melalui proses pemasakan.

4.2.5.3 Tekstur

Berdasarkan **Tabel 4.16**, sampel *vegetable leather* wortel yang diujikan secara organoleptik adalah perlakuan terbaik menurut hasil uji fisik, dengan penambahan pektin pada konsentrasi 4% dan sirup glukosa pada konsentrasi 10%. Respon panelis terhadap parameter tekstur *vegetable leather* wortel terbaik terdapat pada skala 3 (agak tidak



suka) sampai 6 (suka), dimana 1 panelis memberi skor 3 (agak tidak suka), 21 panelis memberi skor 4 (netral), 30 panelis memberi skor 5 (agak suka), dan 8 panelis memberi skor 6 (suka). Setelah dirata-rata dari total 60 panelis, diperoleh rata-rata nilai tingkat kesukaan panelis terhadap parameter tekstur *vegetable leather* wortel yakni sebesar 4,75 dan dibulatkan menjadi 5 (agak suka). Hasil uji fisik *tensile strength* menunjukkan bahwa karakteristik *vegetable leather* wortel dari segi tekstur sudah sesuai dengan literatur, namun jika digigit cenderung sedikit keras. Pada umumnya, *vegetable leather* atau *leather* berbahan dasar sayuran masih belum dikenal dibandingkan dengan *fruit leather* atau *leather* berbahan dasar buah-buahan. Penggunaan bahan baku memegang peranan penting dalam pembentukan tekstur, sehingga penggunaan wortel sebagai bahan baku pembuatan *vegetable leather* memungkinkan terbentuknya tekstur yang cenderung alot. Beberapa panelis memberi tanggapan bahwa *vegetable leather* wortel memiliki tekstur yang kurang kenyal dan elastis, namun beberapa panelis juga menyatakan bahwa tekstur *vegetable leather* sudah cukup baik dan empuk. Menurut Historarsih (2010), tekstur yang diinginkan untuk produk *vegetable leather* adalah liat dan kompak dengan plastisitas yang baik sehingga dapat digulung. *Vegetable leather* yang baik juga harus memiliki kekenyalan yang baik ketika dikunyah.

Berdasarkan hasil uji organoleptik, *vegetable leather* wortel perlakuan terbaik dari hasil uji fisik juga dapat diterima oleh masyarakat berdasarkan parameter tekstur. Dibandingkan dengan *vegetable leather* campuran nanas dan wortel yang diteliti oleh Sidi dkk (2014) menunjukkan bahwa tingkat kesukaan panelis terhadap parameter tekstur memperoleh skor 2,133 yang dibulatkan menjadi 2, berarti panelis tidak menyukai tekstur dari *vegetable leather* tersebut. Berdasarkan parameter tekstur, panelis lebih menyukai tekstur *vegetable leather* wortel dibandingkan *vegetable leather* campuran nanas dan wortel.

Tekstur merupakan karakteristik suatu bahan sebagai akibat dari penggabungan beberapa sifat fisik yang mencakup bentuk, ukuran, dan unsur-unsur serta jumlah pembentuk bahan yang dapat dirasakan oleh indera peraba dan perasa, termasuk indera mulut dan penglihatan (Midayanto dkk, 2014). Menurut Meilgard dkk (2006), tekstur makanan merupakan hasil dari respon *tactile sense* terhadap bentuk rangsangan fisik saat terjadi kontak antara bagian di dalam rongga mulut khususnya lidah dan gigi dengan makanan. Faktor-faktor yang mempengaruhi tekstur *vegetable leather* antara lain jenis sayur yang dipilih, tingkat kematangan, kadar serat, dan tingkat keasaman.



Sayur yang terlalu matang akan menyebabkan tekstur *vegetable leather* terlalu lembek.

Kandungan serat dan keasaman yang tinggi pada sayur juga dapat membantu pembentukan tekstur pada *vegetable leather*. Historiarsih (2010) menambahkan, bahan penstabil dan pemanis juga dapat berperan dalam membentuk tekstur yang liat dan kompak pada *vegetable leather*.

4.2.5.4 Rasa

Berdasarkan **Tabel 4.16**, sampel *vegetable leather* wortel yang diujikan secara organoleptik adalah perlakuan terbaik menurut hasil uji fisik, dengan penambahan pektin pada konsentrasi 4% dan sirup glukosa pada konsentrasi 10%. Respon panelis terhadap parameter rasa *vegetable leather* wortel terbaik terdapat pada skala 3 (agak tidak suka) sampai 7 (sangat suka), dimana 8 panelis memberi skor 3 (agak tidak suka), 24 panelis memberi skor 4 (netral), 24 panelis memberi skor 5 (agak suka), 3 panelis memberi skor 6 (suka), dan 1 panelis memberi skor 7 (sangat suka). Setelah dirata-rata dari total 60 panelis, diperoleh rata-rata nilai tingkat kesukaan panelis terhadap parameter rasa *vegetable leather* wortel yakni sebesar 4,42 dan dibulatkan menjadi 4 (netral). Beberapa panelis memberi tanggapan bahwa *vegetable leather* wortel memiliki rasa yang agak hambar dan rasa khas wortel yang kuat. Dibandingkan dengan penelitian *vegetable leather* campuran wortel dan nanas yang dilakukan oleh Sidi dkk (2014), diperoleh tingkat kesukaan panelis terhadap parameter rasa *vegetable leather* dengan skor 3,40 yang dibulatkan menjadi 3, yang berarti netral. Berdasarkan hasil uji organoleptik, *vegetable leather* wortel perlakuan terbaik dari hasil uji fisik juga dapat diterima oleh masyarakat berdasarkan parameter rasa.

Rasa merupakan salah satu faktor yang menentukan kualitas makanan sebagai persepsi biologis yang dihasilkan oleh bahan pangan yang masuk ke mulut dan dirasakan oleh reseptor aroma dalam hidung beserta reseptor rasa dalam mulut (Tarwendah dkk, 2017). Pada dasarnya, lidah hanya mampu mengecap empat jenis rasa, yakni manis, asam, pahit, asin. Senyawa yang terkandung dalam rasa menyebabkan timbulnya empat jenis rasa tersebut serta *trigeminal* (astringen, dingin, panas) dan aroma setelah makanan dikonsumsi. Setelah aroma disebarkan, rasa yang diterima lebih dari sekedar rasa manis, asam, pahit dan asin (Midayanto dkk, 2014). Faktor yang mempengaruhi rasa pada *vegetable leather* antara lain pemilihan bahan



baku dan penggunaan bahan tambahan pangan. Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan *vegetable leather* harus memiliki rasa yang khas. Misalnya pada *vegetable leather* wortel, pemilihan wortel didasarkan pada citarasa wortel yang khas, sehingga ketika diolah menjadi *vegetable leather* akan membentuk tipikal rasa wortel (Cahyono, 2002). Selain itu, penggunaan pemanis juga dapat menambah rasa pada *vegetable leather*. Setiap pemanis memiliki karakteristik rasa yang berbeda-beda, seperti sukrosa, sirup glukosa, sorbitol, madu, dan lain sebagainya. Penambahan bahan tambahan pangan lain seperti asam sitrat juga dapat memberikan rasa asam pada *vegetable leather*.

4.2.5.5 Keseluruhan

Pada uji organoleptik yang sudah dilakukan sebelumnya, atribut keseluruhan merupakan atribut untuk menentukan tingkat kesukaan panelis pada *vegetable leather* wortel secara keseluruhan sesuai dengan parameter-parameter yang dinilai, antara lain parameter warna, aroma, rasa, dan tekstur.

Berdasarkan **Tabel 4.16**, sampel *vegetable leather* wortel yang diujikan secara organoleptik adalah perlakuan terbaik menurut hasil uji fisik, dengan penambahan pektin pada konsentrasi 4% dan sirup glukosa pada konsentrasi 10%. Respon panelis terhadap parameter keseluruhan *vegetable leather* wortel terbaik terdapat pada skala 3 (agak tidak suka) sampai 6 (suka), dimana 6 panelis memberi skor 3 (agak tidak suka), 16 panelis memberi skor 4 (netral), 33 panelis memberi skor 5 (agak suka), dan 5 panelis memberi skor 6 (suka). Setelah dirata-rata dari total 60 panelis, diperoleh rata-rata nilai tingkat kesukaan panelis terhadap parameter keseluruhan *vegetable leather* wortel yakni sebesar 4,62 dan dibulatkan menjadi 5 (agak suka). Beberapa panelis memberi tanggapan bahwa *vegetable leather* wortel sudah pas dan baik. Berdasarkan hasil uji organoleptik, *vegetable leather* wortel perlakuan terbaik dari hasil uji fisik juga dapat diterima oleh masyarakat berdasarkan parameter keseluruhan. Dibandingkan dengan *vegetable leather* campuran nanas dan wortel yang diteliti oleh Prasetyowati dkk (2014), tingkat kesukaan panelis terhadap parameter keseluruhan menunjukkan skor 3,46 yang dibulatkan menjadi 3 atau netral. Berdasarkan uji organoleptik parameter keseluruhan, panelis lebih menyukai *vegetable leather* wortel dan *vegetable leather* wortel perlakuan terbaik dari hasil uji fisik juga dapat diterima oleh masyarakat.



Faktor yang mempengaruhi parameter keseluruhan suatu produk adalah formulasi. Formulasi yang tepat akan membuat suatu produk disukai oleh panelis secara keseluruhan berdasarkan parameter-parameter yang dapat dirasakan secara langsung oleh indera manusia, baik yang tampak secara fisik seperti kenampakan, warna, dan aroma, atau yang dapat dirasakan oleh indera perasa dan peraba seperti rasa dan tekstur (Lawless dkk, 2010). Komponen-komponen yang dapat mempengaruhi parameter keseluruhan *vegetable leather* wortel diantaranya bahan baku dan bahan tambahan pangan yang digunakan, serta proses pengolahan. Bahan baku yang digunakan yaitu wortel memiliki karakteristik yang menarik dari segi rasa, warna dan aroma. Wortel memiliki rasa dan aroma yang khas serta berwarna jingga cerah sehingga membentuk warna yang menarik pada produk dan dapat memberikan nilai tambah pada parameter keseluruhan (Cahyono, 2002). Parameter fisik yang paling utama pada *vegetable leather* adalah tekstur. Tekstur *vegetable leather* dipengaruhi oleh penambahan bahan tambahan pangan, yaitu pektin sebagai penstabil atau pembentuk gel dan sirup glukosa sebagai pemanis. Kedua bahan tersebut akan bekerja secara sinergis untuk membentuk tekstur yang baik pada *vegetable leather*. Proses pengolahan yang tepat juga akan membantu memperbaiki tekstur. Misalnya pada proses pemasakan sebelum adonan dikeringkan, yang bertujuan untuk mempercepat proses pembentukan gel. Selain itu, suhu dan lama waktu pengeringan yang digunakan juga dapat mempengaruhi tekstur. Suhu pengeringan yang terlalu tinggi dan waktu pengeringan yang terlalu lama akan membuat tekstur *vegetable leather* cenderung keras dan renyah seperti keripik, sebaliknya suhu pengeringan yang terlalu rendah dan waktu pengeringan yang terlalu singkat akan membuat tekstur *vegetable leather* cenderung lembek (Perera, 2005).



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan beberapa hal dari studi pembuatan *vegetable leather* wortel, diantaranya sebagai berikut:

1. Penambahan konsentrasi pektin berpengaruh terhadap kadar air, kekerasan, dan elongasi pada *vegetable leather* wortel. Pektin memiliki kemampuan dalam mengikat air dan berperan sebagai hidrokoloid. Semakin tinggi konsentrasi hidrokoloid, maka semakin banyak air yang terikat sehingga meningkatkan kadar air produk. Pektin bersifat larut dalam air dan apabila pektin dalam jumlah banyak dilarutkan dalam air akan membentuk gel dengan membentuk jaringan tiga dimensi yang dapat mengimobilisasikan air di dalamnya. Jaringan tiga dimensi akan menghasilkan struktur gel yang kompak sehingga membentuk tekstur yang liat. Pembentukan gel oleh pektin disertai adanya penambahan gula menyebabkan air, gula, beserta komponen lain termobilisasi membentuk sistem yang resisten dan stabil sehingga meningkatkan kekerasan pada produk. Semakin kuat dan kompak jaringan pada produk, ikatan yang terbentuk akan semakin kompak pula sehingga meningkatkan perpanjangan atau elongasi.
2. Penambahan konsentrasi sirup glukosa berpengaruh terhadap kadar air, kekerasan, dan elongasi pada *vegetable leather* wortel. Sirup glukosa berinteraksi dengan pektin dalam mengikat air membentuk jaringan tiga dimensi bersama pektin, air, gula, dan komponen lain, termobilisasi membentuk sistem yang tahan terhadap deformasi, sehingga ikut berperan dalam meningkatkan kadar air. Sirup glukosa juga dapat memperkuat sistem jaringan yang terbentuk dan berperan dalam meningkatkan kekerasan dan elongasi.
3. Perlakuan terbaik diperoleh dari uji fisik meliputi kekerasan, kuat tarik, dan elongasi, didapatkan perlakuan terbaik yaitu formulasi P2G2 dengan konsentrasi pektin 4% dan sirup glukosa 10%. Hasil uji kimia, fisik dan organoleptik perlakuan terbaik antara lain kadar air 11,88%; protein 3,50%, lemak 0,19%; karbohidrat 81,05%; kadar abu 3,60%; serat kasar 5,63%; aktivitas antioksidan 94,90%; kekerasan 14,16 N; kuat tarik 9,90 N; elongasi 13,61%; nilai kecerahan (L) 51,40;



nilai kemerahan (*a) 26,83; dan nilai kekuningan (*b) 33,58; nilai kesukaan parameter warna 5,90 yang berarti suka; nilai kesukaan parameter aroma 4,46 yang berarti netral; nilai kesukaan parameter tekstur 4,75 yang berarti agak suka; nilai kesukaan parameter rasa 4,42 yang berarti netral; dan nilai kesukaan parameter keseluruhan 4,62 yang berarti agak suka.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, penulis menyarankan beberapa hal diantaranya yaitu:

1. Diperlukan penelitian untuk menentukan standar ketebalan yang tepat supaya dapat dihasilkan *vegetable leather* wortel dengan karakteristik fisik yang baik dan dapat diterima oleh masyarakat.
2. Diperlukan penelitian untuk menguji perbedaan kualitas *vegetable leather* wortel dari segi tekstur apabila ditambahkan bahan pengisi.
3. Diperlukan optimalisasi formulasi untuk memperbaiki rasa dan tekstur *vegetable leather* wortel.
4. Diperlukan penelitian tekstur untuk kekenyalan atau *chewiness*.
5. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai masa simpan dan teknik pengemasan, karena *vegetable leather* wortel merupakan makanan jenis semi basah.