

## FORMULASI HIDROKOLID-AGAR, SUKROSA DAN ACIDULANT PADA PENGEMBANGAN PRODUK SELAI LEMBARAN

### *Formulation of Hydrocolloid-Agar, Sucrose, and Acidulant on Jam Leather Product Development*

**Wahyu Ramadhan\*, Wini Trilaksani**

Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor,  
Kampus IPB Darmaga, Jalan Agatis, Bogor 16680 Jawa Barat. Telepon (+62251) 8622915,  
Faks. (+62251) 8622916

\*korespondensi: [wahyu.ramadhan@apps.ipb.ac.id](mailto:wahyu.ramadhan@apps.ipb.ac.id)

Diterima: 25 Januari 2017/ Disetujui: 07 April 2017

**Cara sitasi:** Ramadhan W, Trilaksani W. 2017. Formulasi hidrokolid-agar, sukrosa dan *Acidulant* pada pengembangan produk selai lembaran. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(1): 95-108.

#### Abstrak

Penggunaan agar-agar tepung sebagai *texturizer* dalam pemanfaatan jambu biji merah (*Psidium guajava* L.) sebagai *single* selai lembaran menjadikan produk selai lebih praktis dalam penyajiannya. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan formulasi sukrosa, asam sitrat (*acidulant*) dan agar-agar tepung terbaik pada pembuatan selai lembaran. Metode penelitian yang digunakan adalah optimasi dan formulasi sukrosa, asam sitrat dan agar-agar dengan konsentrasi berbeda dalam pembuatan selai lembaran. Pengujian fisikokimia dan sensori dilakukan untuk menentukan formula selai lembaran terbaik, selain itu metode bayes digunakan untuk menentukan optimasi formula terpilih. Formulasi dan pengujian diperoleh selai jambu biji lembaran dengan konsentrasi *Acidulant* asam sitrat (0,02%, 0,04%, 0,06%), sukrosa (70%, 80%, 90%, 100%) dan agar-agar tepung (0,7%, 0,8%, 0,9%, 1,0%, 1,1%, 1,2%), memiliki nilai pH 3,63-3,90; kadar gula 34,68-35,76 g/100 g; intensitas warna  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  dengan perbedaan warna ( $\Delta E^*$ ) 37,88-53,97; kadar serat 1,01%-1,59%; dan nilai aw 0,852-0,893. Sifat rheology selai lembaran untuk profil tekstur *hardness*, *cohesiveness*, *springiness*, *adhesive force*, dan *gumminess* juga menunjukkan nilai yang signifikan dengan penambahan tepung agar. Hasil uji Bayes, produk terpilih merupakan formulasi terbaik dengan penambahan gula 90%, asam sitrat 0,04% dan agar-agar tepung 0,9%. Selai lembaran terpilih menghasilkan model persamaan umur simpan Arrhenius  $\ln k = 20,222-6660,6 (1/T)$  dan memiliki angka kecukupan gizi dengan menyumbangkan energi total 45 kkal, lemak 0%, karbohidrat 9%, protein 2% dan serat pangan 3%.

Kata kunci: agar-agar tepung, profil tekstur, rheologi, selai jambu biji lembaran

#### Abstract

Tallying agar powder as a *texturizer* in guava single sheet jam instigate the product more convenience to consumed. The aims of this research were to determine the best concentration of sucrose, citric acid and agar powder to form a good quality guava jam slice. The research method are optimization and formulation of sucrose, citric acid and agar-agar on making guava jam single sheets product. Physicochemical and sensory tests were performed to reveal the best formulation of guava jam slice and the Bayes method used to determine the optimization of the selected formula. Based on the results of formulation and analysis, it was obtained that the guava jam slice with *Acidulant* concentration (0.02%, 0.04%, 0.06%), sucrose (70%, 80%, 90%, 100%) and agar powder (0.7%, 0.8%, 0.9%, 1.0%, 1.1%, 1.2%) had pH 3.63-3.90, sugar content 34.68 g/100 g – 35.76 g/100 g, color intensity  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  with  $\Delta E^*$  value was 37,88-53,97, fiber content 1.01% -1.59%, and water activity 0.852-0.893. Rheology properties for texture profile (*hardness*, *cohesiveness*, *springiness*, *adhesive force*, and *gumminess*) also showed significant value with agar powder formulation. Based on the Bayes test and hedonic test, it was found that the best formula was for guava jam slices with the addition of 90% sucrose, citric acid 0.04% and agar powder 0.9%. From the best formula, it was found the shelf life prediction model of Arrhenius formula was  $\ln k = 20.222-6660.6(1/T)$  and the nutrition facts contribute total energy 45 kcal, fat 0%, carbohydrate 9%, protein 2% and dietary fiber 3%.

Keywords : agar powder, guava jam slices, rheology, texture profile

## PENDAHULUAN

Asia Pacific Food Industry (2016) melaporkan prediksi ekonomi tahun 2021 pada tingkat konsumsi produk pangan di Asia mencapai 47,2% dan merupakan market share yang paling besar di antara benua lain di dunia dengan perkiraan nilai pasar 617 miliar US\$. Seiring dengan pertumbuhan ekonomi di kawasan Asia khususnya di Indonesia, pola kehidupan masyarakat modern telah banyak berubah, menuntut segala sesuatu yang serba praktis termasuk konsumsi dan pengolahan makanan. Sarapan dengan sekerat roti yang dilengkapi selai merupakan pola hidup yang biasa, hal ini mengakibatkan permintaan terhadap roti terus meningkat. Nilai konsumsi roti per kapita masyarakat Indonesia pada tahun 2011 tumbuh tertinggi dibandingkan 11 negara Asia Pasifik lainnya. Nilai konsumsi roti di Indonesia naik 25% pada 2011 menjadi US \$1,5 per orang per tahun, pada tahun 2013-2015 terjadi peningkatan konsumsi roti 4,27% per tahun (Euromonitor 2015). Permintaan roti tawar secara tidak langsung meningkatkan permintaan terhadap selai sebagai makanan olahan pendamping roti.

Olahan buah terutama selai saat ini mengalami peningkatan yang signifikan. Diproyeksikan oleh IBIS World Industry Report (2016) bahwa terdapat kecenderungan peningkatan industri olahan buah di dunia ditinjau dari aspek penjualan, permintaan, bahan baku dan dengan nilai ekonomi hingga 4,5 miliar US\$ pada tahun 2021. Buah tropis yang mengalami peningkatan produksi tiap tahunnya adalah jambu biji merah. Produksi jambu biji mencapai 187.406 ton pada tahun 2014, dan 121.273 ton merupakan produksi di pulau Jawa (Kementerian Pertanian 2015). Buah ini memiliki kandungan vitamin, mineral, serat dan antioksidan, biasa dikonsumsi segar ataupun diolah menjadi jus, pulps, selai, jelly, atau manisan buah kering (Cabral *et al.* 2007). Jambu biji mempunyai kelemahan yaitu mudah mengalami kemunduran mutu dan kerusakan fisik, terserang hama, dan masalah lain pada proses paska panennya (Singh *et al.* 2015). Setiap tahun saat jambu biji mengalami panen raya di tiap daerah, nilai jual jambu biji bisa

sangat turun dari harga Rp. 10.000-15.000/kg hingga menjadi Rp. 5.000-7.000/kg, sehingga selain upaya pembenahan sistem tanam, juga diperlukan solusi untuk meningkatkan nilai tambah jambu biji dengan melakukan diversifikasi produk salah satunya adalah dengan mengolahnya menjadi selai buah yang memiliki nilai jual yang lebih tinggi.

Penelitian tentang formulasi selai baik dari segi teknik pengolahan maupun dari aspek jenis buah sebagai bahan bakunya telah banyak dilakukan (Singh *et al.* 2008). Penelitian terkini dilaporkan oleh Ribes *et al.* (2017) tentang penggunaan sistem emulsi minyak kayu manis dalam air untuk mencegah pertumbuhan jamur di selai strawberry, selain itu Zhang *et al.* (2016) juga melakukan formulasi pembuatan selai *bluberry* menggunakan pati termodifikasi. Penelitian selai konvensional banyak difokuskan pada bahan pengisi selai, bahan tambahan pangan, modifikasi kemasan, peningkatan nilai gizi, pemanfaatan buah lokal, dan aspek lain sebagai upaya peningkatan mutu serta masa simpannya (Diamante *et al.* 2014).

Selai yang ada di pasaran umumnya dalam bentuk selai oles yang dianggap kurang praktis dalam penyajiannya sehingga perlu pengembangan bentuk olahan lain sebagai contoh selai lembaran. Pengembangan produk-produk selai lembaran atau leather fruit telah banyak dilakukan namun masih berkonsentrasi pada optimasi pengeringan dan nilai gizi produk. Tidak semua buah dapat dijadikan selai lembaran, karena kandungan pektin buah dan asam yang berbeda-beda sehingga menyebabkan perbedaan dalam rheologi pembentukan gelnnya. Solusi yang dapat dilakukan salah satunya yaitu dengan menambahkan gum lain yang memiliki kemampuan sebagai *texturizer* misalnya agar-agar.

Agar-agar diproduksi dari rumput laut yang tergolong dalam kelas *Rhodophyceae*, terdiri dari rantai linier galaktan yang merupakan polimer dari galaktosa. Agar-agar merupakan biopolymer yang mengandung polisakarida linear terdiri dari disakarida berulang 3-linked  $\beta$ -D-galactopiranosil dan 4-linked 3,6-anhydro- $\alpha$ -L-galactopiranosil (Praiboon *et al.* 2006). Agar-agar tidak larut

di dalam air dingin serta membentuk ikatan silang dan acak selama proses pemanasan, gelasnya bergantung dari formasi atom hidrogen, dimana ikatan acak berasosiasi dengan helix tunggal dan *double helix*. Terdapat tiga sisi helix yang stabil dengan adanya molekul air sehingga membentuk ikatan yang berlubang (Labropoulos *et al.* 2002a), dan grup hidroksil terluar mengalami agregasi gel menjadi bentuk kecil heliks yang sperikal dan membantu proses pembentukan gel (Boral *et al.* 2008). Jenis rumput laut yang banyak digunakan sebagai bahan baku untuk pengolahan agar-agar adalah *Gelidium* sp., *Gracillaria* sp., *Hypnea* sp., *Plerodadia* sp., *Acanthopelus* sp., dan *Ceramium* sp. (Lee *et al.* 2017).

Penelitian selai lembaran telah dilakukan oleh beberapa peneliti dengan fokus pada penggunaan pektin tambahan pada pembuatan selai nanas lembaran (Ikhwal *et al.* 2014; Ismail *et al.* 2015), selai lembaran buah naga merah dengan penambahan kulit buahnya (Bumi *et al.* 2015) dan formulasi selai pisang jambu (Putri *et al.* 2013). Buah lain yang sudah dieksplorasi sebagai bahan baku selai lembaran adalah belimbing, terong belanda, pepaya, semangka, markisa, tomat, mangga, labu kuning dan buah lainnya. Buah yang biasa digunakan dalam pembuatan selai merupakan buah komersial yang bukan merupakan buah tahunan sehingga keberadaannya pun tidak ada sepanjang tahun. Buah yang belum banyak diolah salah satunya adalah jambu biji merah yang banyak terdapat di wilayah tropis Indonesia. Penelitian selai lembaran yang telah dilakukan selama ini belum terfokus pada kajian sifat rheologi pembentukan lembaran selainya, sehingga dalam skala industrialisasi konsistensi profil tekstur selai lembaran sangat diperlukan.

Pemanfaatan agar-agar sebagai *texturizer* mampu secara tidak langsung meningkatkan penyerapan produk-produk olahan hasil laut terutama rumput laut yang saat ini sudah dicanangkan untuk dikurangi ekspornya dalam bentuk kering tanpa diolah. Penggunaan agar-agar tepung sebagai *texturizer* dalam pemanfaatan jambu biji merah sebagai *single slice* selai lembaran menjadikan produk selai

lebih inovatif dan praktis dalam penyajiannya. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan formulasi sukrosa, asam sitrat dan agar-agar tepung terbaik pada pembuatan selai lembaran.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah jambu biji merah (*Psidium guajava* L.) yang berasal dari perkebunan jambu biji Budi Agung, Jalan Baru, Bogor Jawa Barat, sukrosa (Gulaku), air, agar-agar tepung (CV Agar Sari Jaya Malang) dan asam sitrat (E. Merck). Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat-alat pembuatan selai, penggilingan (MK-G1300 P, Panasonic, Osaka, Jepang), cetakan selai yang dimodifikasi 8,5 cm x 8,5 cm, dan alat-alat untuk analisis antara lain *texture analyzer* (Tipe TA-XT2i Stable Micro Systems, Surrey Inggris), *Viscometer* (Brookfield RVDVE-E230, Middleboro USA),  $a_w$  meter (Shibaura Electronics WA-360, Saitama, Jepang), *color analyzer* (Minolta CR-400, Jepang), termometer dan pH meter.

### Metode Penelitian

#### Formulasi Sukrosa dan Asam Sitrat pada Selai Lembaran

Penelitian pendahuluan terdiri atas karakterisasi fisikokimia agar-agar dan kombinasi penggunaan sukrosa dan *Acidulant* asam sitrat. Tahap awal penelitian pendahuluan dilakukan karakterisasi sifat fisikokimia agar-agar yang mengacu standar agar-agar komersial (*Food Chemicals Codex* 10) dan Komisi Regulasi Uni Eropa (EU) No 231/2012. Kombinasi penambahan gula dan asam yang mengacu pada proses utama pembuatan selai (Fachruddin 2008). Komposisi bahan yang digunakan pada penelitian pendahuluan dapat dilihat pada Tabel 1.

Modifikasi komposisi awal asam dan gula yang digunakan dalam penelitian pendahuluan ini diacu berdasarkan analisis sensori deskriptif terhadap pengembangan komposisi dasar selai dan optimasi formula. Kemudian produk selai lembaran ini diuji hedonik (tekstur, aroma, rasa, warna dan kenampakan) (BSN 2015), derajat keasaman

Tabel 1 Komposisi gula dan asam sitrat pada penelitian pendahuluan

Kode Perlakuan	Bahan	
	Sukrosa (%)**	Asam sitrat (%)*
A1		0,02
A2	70	0,04
A3		0,06
B1		0,02
B2	80	0,04
B3		0,06
C1		0,02
C2	90	0,04
C3		0,06
D1		0,02
D2	100	0,04
D3		0,06

Keterangan: \*Modifikasi Fachruddin (2008), \*\*Perbandingan sukrosa dan buah (50%:50%) sebagai kondisi maksimal (perlakuan D

(BSN 1992), indeks warna (Pathare *et al.* 2013), dan kadar gula total (BSN 2008). Penentuan hasil terbaik diperoleh berdasarkan uji indeks kinerja (metode bayes) (Lee dan Newell 2011).

Proses pembuatan selai pada penelitian pendahuluan didahului dengan pemilihan buah jambu biji yang sudah sangat matang dicampur dengan buah jambu biji yang hampir matang dengan rasio 1 : 1 kemudian diblender, dengan penambahan air 2 liter per 1 liter buah. Bubur jambu yang masih bercampur dengan biji disaring untuk memisahkan biji dari bubur buah sehingga diperoleh bubur buah tanpa biji. Bubur buah tersebut kemudian ditambah asam sitrat dengan konsentrasi 0,02%, 0,04% dan 0,06%. Bubur buah dipanaskan dan dibiarkan hingga 95°C selama 5 menit. Campuran bubur buah dan asam sitrat ditambah agar-agar tepung 1% yang sudah dilarutkan dalam air (100 mL). Campuran tersebut ditambah gula dengan konsentrasi 70%, 80%, 90%, dan 100% dari berat buah (BSN 2008), dipanaskan selama 40 menit, dimasukkan ke dalam wadah selai dalam kondisi panas, kemudian setelah 15 menit selai dipres, dicetak dan dipotong dengan ukuran 8,5cm x 8,5cm.

### Formulasi Agar-Agar pada Selai Lembaran

Formula terbaik dari penelitian pendahuluan selanjutnya dijadikan formula tetap pada penelitian utama. Penelitian utama bertujuan untuk menentukan konsentrasi agar-agar tepung yang paling baik sebagai *texturizer* pada pembuatan selai jambu biji lembaran. Penentuan konsentrasi agar-agar merupakan optimasi penggunaan gum agar sebagai *texturizer* (Imeson 2010). Konsentrasi agar-agar tepung yang digunakan adalah 0,8%, 0,9%, 1,0%, 1,1%, dan 1,2%. Penentuan perlakuan konsentrasi agar-agar tepung terbaik ini berdasarkan beberapa analisis di antaranya yaitu pengujian hedonik (BSN 2015), profil rheologi dan tekstur (Javanmard dan Endan 2010), serat pangan (AOAC 2007), dan  $a_w$  (AOAC 2007). Hasil penilaian diranking dengan indeks kinerja menggunakan metode Bayes (Lee dan Newell 2011). Produk yang dihasilkan dari formula terbaik kemudian dianalisis pendugaan umur simpannya dengan metode Arrhenius dengan optimasi pada suhu dan pemilihan ordo percepatan kerusakan produk, kemudian dihitung persentase kontribusi terhadap angka kecukupan gizi (AKG) berdasarkan status pemenuhan gizi.

## Analisis Data

Data parametrik dianalisis dengan menguji kenormalan data terlebih dahulu diuji berdasarkan uji Kolmogorov Smirnov. Rancangan percobaan yang digunakan yaitu rancangan acak lengkap faktorial (pada peubah gula dan asam sitrat), dan rancangan acak lengkap (pada peubah konsentrasi agar-agar tepung) dengan uji lanjut Tukey. Data hedonik (non parametrik) diolah dengan pengujian Kruskal Wallis dan uji lanjut Dunn. Pengambilan keputusan perlakuan terpilih dianalisis berdasarkan indeks kinerja berdasarkan metode Bayes, sedangkan data pendugaan umur simpan dianalisis menggunakan model Arrhenius dan pemenuhan AKG dihitung berbasis kecukupan gizi berdasarkan Widyakarya Pangan dan Gizi Indonesia (WNPG) tahun 2012.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Formulasi Sukrosa dan Asam Sitrat pada Selai Lembaran

#### Karakteristik Agar-Agar Tepung

Hasil proksimat dan sifat fisikokimia agar-agar tepung mengindikasikan bahwa secara keseluruhan mutu dari agar-agar tepung sudah memenuhi standar mutu agar komersil yang berkualitas baik, terutama parameter kekuatan gel, kadar protein dan bahan tak larutnya. Hasil evaluasi mutu agar-agar dapat dilihat di Tabel 2.

Agar-agar pada perdagangan dunia memiliki kode khusus sebagai bahan

tambahan pangan yaitu E number E406. Berdasarkan standar mutu agar-agar ekspor Jepang, agar-agar yang dihasilkan CV Agar Sari Jaya Malang termasuk mutu agar-agar tepung kelas I, karena kandungan protein agar tersebut (1,09 %), lebih rendah dari standar (1,5 %). Kadar protein agar-agar harus kurang dari 3%, karena bila lebih tinggi akan menyebabkan perubahan warna selama proses penanganan.

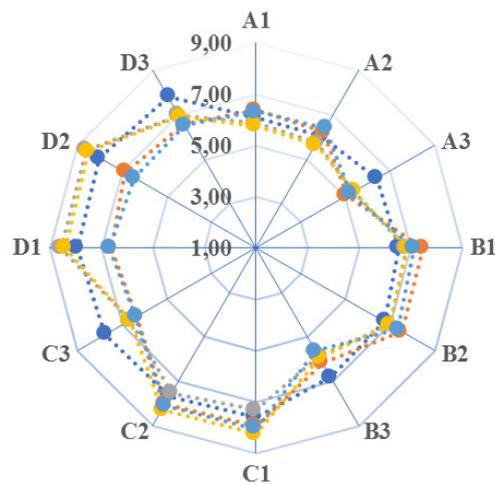
#### Uji Sensori Selai Lembaran

Uji sensori diawali secara deskriptif dengan melihat faktor-faktor utama pembentuk profil mutu selai lembaran. Berdasarkan sensori deskriptif diperoleh mutu utama selai terletak pada parameter tekstur dan rasanya, kemudian dilakukan pengujian sensori hedonik untuk melihat pengaruh penambahan gula dan asam sitrat dengan perbedaan konsentrasi terhadap parameter penerimaan kesukaan mutu akhir produk, meliputi kenampakan, warna, aroma, rasa dan tekstur.

Hasil uji hedonik selai lembaran dapat dilihat pada Gambar 1. Perbedaan konsentrasi gula dan asam sitrat memberikan pengaruh yang berbeda terhadap kenampakan, aroma, rasa, warna dan tekstur selai jambu biji lembaran yang dihasilkan ( $p < 0,05$ ). Selai jambu biji lembaran dengan penambahan gula 90% dan asam sitrat 0,04% menunjukkan nilai organoleptik rasa tertinggi (8,07). Penambahan gula juga berpengaruh pada kekentalan atau osmolalitas dan kekuatan

Tabel 2 Analisis mutu agar-agar tepung dibandingkan dengan standar perdagangan agar-agar

Parameter	Hasil uji	Standar
Kenampakan	Kekuning-kuningan	<i>Yellowish powder</i>
Kadar Air (%)	10,17±1,61	maks 17%
Kadar Abu (%)	1,06±0,12	maks 6,5%
Abu tidak larut asam (%)	0,00±0,00	maks 0,5%
Kadar Lemak (%)	0,19±0,02	-
Kadar Protein (%)	1,09±0,09	maks 3%
Karbohidrat (%)	87,48±1,66	min 30%
pH	6,97±0,00	6,8-7,0
Sulfat (%)	1,50±0,04	maks 4,5%
Viskositas (cps <sub>(1,5% ; 75oC)</sub> )	8,00±0,00	2-10 cps <sub>(1-1,5% ; 75oC)</sub>
<i>Gel strength</i> (g/cm <sup>2</sup> <sub>(1,6% ; 20oC)</sub> )	187,13 ±0,49	10-300 g/cm <sup>2</sup> <sub>(1,5% ; 20oC)</sub>



Gambar 1 Profil penerimaan hedonik selai lembaran jambu biji. Pada berbagai komposisi gula dan asam sitrat, A1 (70%, 0,02%), A2 (70%, 0,04%), A3(70%, 0,06%), B1 (80%, 0,02%), B2 (80%, 0,04%), B3 (80%, 0,06%), C1 (90%, 0,02%), C2 (90%, 0,04%), C3 (90%, 0,06%), D1 (100%, 0,02%), D2 (100%, 0,04%), D3 (100%, 0,06%). Parameter aroma (---●---), rasa (---●---), warna (---●---), kenampakan (---●---), tekstur (---●---)

gel yang terbentuk. Proses pemasakan selai dengan konsentrasi gula yang tinggi akan meningkatkan viskositas gel (Maceiras *et al.* 2007).

Kesukaan panelis terhadap rasa selai jambu biji lembaran meningkat seiring dengan penambahan konsentrasi gula, namun pada perlakuan gula dengan konsentrasi 100% (D) menunjukkan penurunan nilai kesukaan panelis. Hal ini disebabkan konsentrasi gula 100% menghasilkan selai jambu biji lembaran dengan rasa melebihi tingkat kenormalan penerimaan rasa manis. Perlakuan penambahan gula 90% dan asam 0,04% menunjukkan tingkat penerimaan panelis terhadap rasa produk yang paling tinggi. Konsentrasi ini diduga merupakan komposisi yang tepat antara gula, asam sitrat dan agar-agar tepung. Jumlah gula yang berlebih dapat mengganggu kestabilan padatan dan larutan dalam adonan, gugus-gugus hidroksil agar-agar akan membentuk ikatan hidrogen selama pemasakan, yang selanjutnya akan mengalami *folding* atau *colling* dan membentuk heliks (Tako 2015). Gula akan bersaing dengan agar-agar dalam membentuk ikatan dengan air sehingga diduga cenderung akan membongkar jaringan micelles atau dari three dimensional network gel agar. Penambahan gula 90% merupakan perlakuan yang tepat,

karena tekstur selai jambu biji lembaran yang dihasilkan tidak terlalu kaku dan tidak terlalu lembek.

Nilai derajat keasaman (pH) juga menentukan tekstur dari selai jambu biji lembaran. Selai dengan asam sitrat 0,04% memiliki kenampakan yang cerah, bentuk yang utuh dan rapih, sedangkan semakin tinggi penambahan asam sitrat yang diberikan, cenderung menghasilkan kenampakan selai lembaran yang tidak disukai, kondisi yang sangat asam dapat menyebabkan terjadinya sineresis atau pengeluaran air dari dalam gel (Labropolus *et al.* 2002a). Kesukaan panelis terhadap tekstur selai jambu biji lembaran rendah pada selai yang ditambahkan 0,06% asam sitrat.

Alasan utama penggunaan agar-agar dalam formulasi selai lembaran salah satunya adalah ketahanan gelnya pada kondisi selai yang asam hingga pH 2,5. Alginat tidak digunakan sebagai *texturizer* dalam formulasi selai lembaran karena sifatnya yang sedikit larut dalam air panas dan berbentuk garam-garam K, Na,  $\text{NH}_4^+$ , dan atau  $\text{Ca}^{2+}$  pada pelarutan gel dalam kondisi asam, selain itu alginat memiliki toleransi kondisi pH 5,5. Gum lain yang biasa digunakan adalah karaginan, walaupun struktur tipe gel kappa karaginan kuat namun akan terhidrolisis

dengan cepat pada peningkatan suhu larutan dan rapuh dengan sinerisis serta pH asam (Imeson 2010), sehingga pada penggunaan gum tunggal di dalam formulasi agar-agar memiliki fungsi lebih besar dalam proses pembentukan gel pembentuk lembaran selai.

Tekstur merupakan segi penting dari mutu makanan, terkadang lebih penting dari rasa dan warna. Tingkat kekenyalan suatu bahan pangan tidak selalu menggambarkan tingkat kesukaan panelis. Selama ini selai dikenal sebagai makanan semi basah dengan kenampakan cair kental dapat dioles, sehingga tekstur selai jambu biji lembaran masih mengikuti tingkat penerimaan atau kesukaan panelis, yang selama ini telah terbiasa mengkosumsi selai oles. Tekstur yang sangat kenyal akan menurunkan penerimaan daya kunyah (kegoman) suatu bahan pangan (energi yang diperlukan untuk menghancurkan makanan semi padat sehingga kondisinya siap ditelan). Kegoman lebih berkaitan dengan kekhasan dan kekohesifan suatu produk. Selai jambu biji lembaran yang memiliki komposisi gula, asam, serta agar-agar yang tepat akan menghasilkan tekstur yang baik dan sesuai dengan kesukaan panelis jika dikonsumsi bersama dengan roti.

### Indeks Warna Selai Lembaran

Indeks warna merupakan parameter penting dalam mutu produk pangan. Pengaruh gula dan asam dapat memberikan perbedaan warna selai yang dapat dianalisa dengan CIE  $L^*a^*b^*$  koordinat. Hasil pengujian warna menunjukkan semakin tinggi konsentrasi gula (kode A-D), dan semakin tinggi konsentrasi asam (kode 1-3) maka perubahan warna merah selai lembaran jambu biji semakin meningkat menjadi merah tua (gelap).

Analisis perbedaan intensitas warna dengan kondisi perbedaan konsentrasi gula dan asam sitrat dalam selai lembaran dapat dilihat pada Tabel 3. Perbedaan warna dapat didefinisikan sebagai perbandingan numerik warna sampel untuk standar. Hal ini menunjukkan perbedaan koordinat warna mutlak dan disebut sebagai Delta ( $\Delta E^* = [\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}]^{1/2}$ ). Formula ini digunakan untuk menghitung perbedaan antara dua warna dalam mengidentifikasi inkonsistensi dan membantu dalam mengontrol warna produk selai secara lebih efektif. Sehingga dapat ditentukan perbedaan atau perubahan warna dari larutan jambu biji menjadi adonan selai antara 37,88 dan paling tinggi 53,97.

Tabel 3 Profil warna selai lembaran jambu biji dengan konsentrasi gula dan asam yang berbeda

Kode	Unsur Warna (CIE Lab)			Perbedaan warna dengan standar			$\Delta E^*$
	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	
S**	74,12±2,12	26,65±3,49	17,01±1,32	-	-	-	-
A1	59,99±1,65	50,45±4,33	42,87±6,09	-14,13	23,80	25,86	37,88 <sup>a/k</sup>
A2	58,65±6,54	50,81±2,01	42,65±5,44	-15,47	24,16	25,64	38,48 <sup>a/k</sup>
A3	57,97±4,32	51,52±1,88	43,07±4,98	-16,15	24,87	26,06	39,48 <sup>a/l</sup>
B1	53,43±2,21	62,44±7,08	55,65±4,21	-20,69	35,79	38,64	56,5 <sup>c/k</sup>
B2	52,32±2,98	63,09±1,76	55,73±2,65	-21,80	36,44	38,72	57,47 <sup>c/k</sup>
B3	51,92±5,01	64,10±3,21	57,32±4,54	-22,20	37,45	40,31	59,33 <sup>c/l</sup>
C1	44,11±3,99	52,04±3,65	50,09±6,10	-30,01	25,39	33,08	51,38 <sup>b/k</sup>
C2	43,34±4,89	54,91±5,34	50,31±4,90	-30,78	28,26	33,30	53,43 <sup>b/k</sup>
C3	42,98±3,08	55,29±5,90	51,23±7,32	-31,14	28,64	34,22	54,41 <sup>b/l</sup>
D1	38,20±8,54	48,76±2,65	47,66±8,43	-35,92	22,11	30,65	52,14 <sup>b/k</sup>
D2	37,32±3,66	49,16±3,91	47,95±4,21	-36,80	22,51	30,94	53,09 <sup>b/k</sup>
D3	36,99±4,20	49,88±3,50	48,54±6,84	-37,13	23,23	31,53	53,97 <sup>b/l</sup>

Keterangan: \*\*Warna dasar larutan selai sebelum proses pemanasan. Notasi huruf *superscript* (a, b, c) untuk perlakuan konsentrasi gula (A, B, C, D) dan *superscript* (k, l, m) untuk perlakuan konsentrasi asam sitrat (1, 2, 3) yang berbeda menunjukkan beda nyata ( $p < 0,05$ )

Zat yang berperan memberikan warna merah pada jambu biji adalah likopen. Likopen adalah karotenoid (pigmen penting dalam tanaman) serta memiliki aktivitas antioksidan. Kandungan likopen termasuk tinggi pada jambu biji yaitu 17 mg/100 gram buah (Kong & Ismail 2011). Proses perubahan warna selama proses pemasakan selai diduga disebabkan oleh tiga hal, yaitu kehilangan atau rusaknya pigmen dari buah tersebut, konfigurasi awal proses pencoklatan nonenzimatis (Quintas *et al.* 2007) dan diskolorasi warna (Javanmard dan Endan 2010).

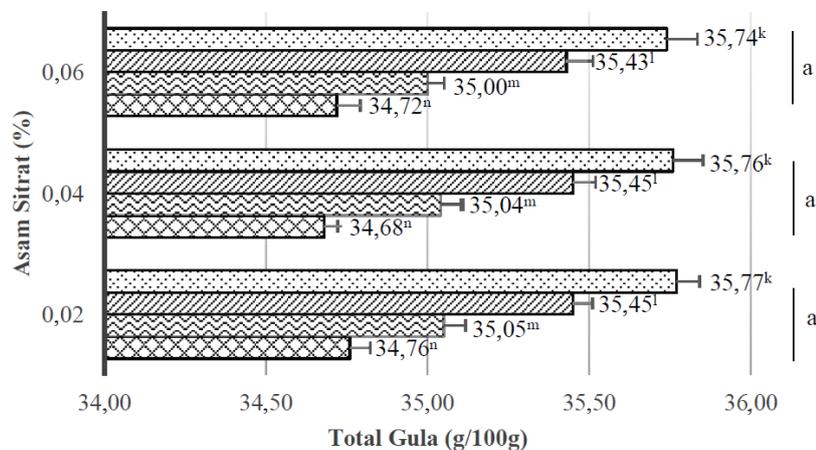
Larutan selai lembaran secara umum tidak terjadi proses karamelisasi secara sempurna, proses yang terjadi hanya pemecahan sukrosa sebuah menjadi molekul glukosa dan sebuah fruktosan (fruktosa yang kekurangan satu molekul air). Pemecahan sukrosa menjadi glukosa dan 1,2 enol terjadi pada proses pemasakan, setelah itu terbentuk produk intermediate HMF (5-hidroksimetil 2 furaldehida) yang merupakan awal perubahan warna pada proses awal karamelisasi (Ameur *et al.* 2006). HMF diduga sebagai hasil dari reaksi awal sebelum masuk proses karamelisasi (Mendoza *et al.* 2002; Teixidó *et al.* 2011). Warna merah muda akan berubah bertahap menjadi lebih gelap atau tua, memberikan batasan warna tertentu yang menarik pada produk selai jambu biji seperti terlihat dari hasil nilai CIE lab. Jika waktu pemasakan selai diteruskan dan suhu

pemasakan tidak dikontrol di bawah 100°C maka akan terjadi proses karamelisasi yang menyebabkan tekstur selai menjadi keras dan berwarna gelap.

**Kadar Gula**

Hasil uji kadar gula menunjukkan bahwa rata-rata total gula yang terkandung dalam selai jambu biji lembaran adalah 34,68-35,76 g/100 g. Berdasarkan data hasil kadar gula, perbedaan penambahan konsentrasi sukrosa memberikan perbedaan yang nyata terhadap nilai total gula invert yang terukur, sedangkan perbedaan konsentrasi asam sitrat tidak memberikan pengaruh yang nyata.

Selai terpilih dengan konsentrasi sukrosa tertinggi yaitu selai dengan penambahan sukrosa 90% dan 100% dengan rata-rata 35,45-35,76 g/100g atau dengan kisaran total gula 35%. Kandungan gula total selai minimal adalah 55-65% berat basah. Hal ini mengindikasikan bahwa selai jambu biji lembaran yang dihasilkan belum memenuhi syarat mutu kandungan minimal gula di selai. Kondisi inilah yang menjadikan selai dapat dibentuk menjadi lembaran, karena kandungan total gulanya yang rendah menyebabkan pembentukan tekstur selai lembaran yang kompak. Kandungan gula tinggi seperti yang ada di selai konvensional akan meningkatkan rigiditas dari selai. Gula bersifat higroskopis sehingga menyerap air bebas yang ada dalam selai sehingga proses pembentukan lembaran selai tidak terjadi.



Gambar 2 Profil kadar gula selai lembaran jambu biji. Kandungan gula 100% (▤), 90% (▥), 80% (▦), 70% (▧)

### Derajat Keasaman (pH)

*Acidulant* (asam sitrat) ditambahkan pada selai jambu biji lembaran dengan konsentrasi 0,02%, 0,04% dan 0,06%. Asam berfungsi untuk membantu terbentuknya sifat koloidal dari larutan selai, sehingga lembaran terbentuk dengan baik. Derajat keasaman meningkat seiring peningkatan konsentrasi asam sitrat, nilai derajat keasaman yang dihasilkan berkisar 3,63-3,90. Struktur gel agar-agar dapat terbentuk pada pH normal hingga pH 2,5. Selai dengan penambahan konsentrasi gula yang berbeda menghasilkan tingkat keasaman yang berbeda, walaupun perbedaannya tidak nyata. Konsentrasi gula yang ditambahkan semakin tinggi maka nilai keasaman cenderung menurun. Persentase gula yang semakin tinggi dan konsentrasi penggunaan asam sitrat yang rendah menyebabkan nilai pH selai jambu biji lembaran berbeda dari standar keasaman selai oles.

Penggunaan konsentrasi asam sitrat 0,02% dan 0,04% sudah dapat berperan baik dalam mengkondisikan pembentukan gel produk, sehingga lembaran selai menjadi tidak terlalu lembek. Derajat keasaman (pH) 3-4 mampu mengendalikan dan menjaga kestabilan pertumbuhan mikroorganisme produk, karena kondisi selai dengan pH

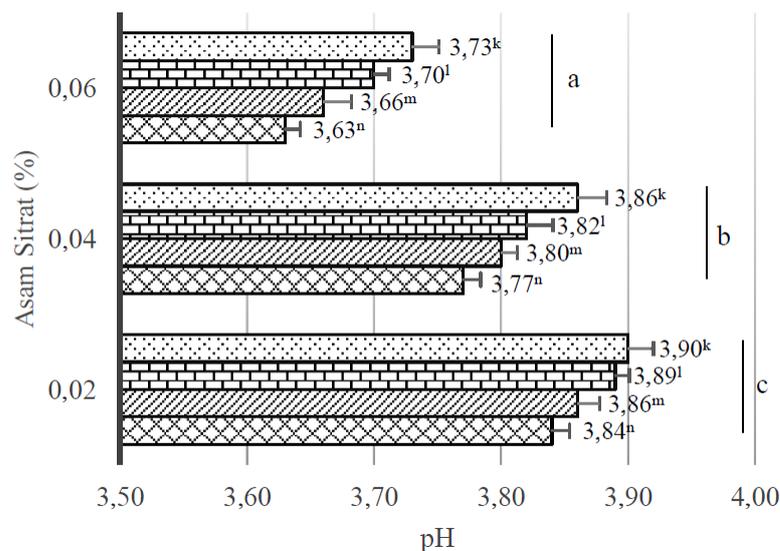
terlalu rendah atau terlalu asam dapat menyebabkan keluarnya air dari gel (sineresis) dan menyebabkan ketidakstabilan pada gel selai.

### Penentuan Formulasi Terbaik dengan Metode Bayes

Hasil analisis dengan menggunakan metode Bayes dengan menghitung bobot kepentingan setiap hasil dan jenis uji menunjukkan bahwa selai jambu biji lembaran dengan penambahan gula 90% dan asam sitrat 0,04% mendapatkan nilai atau bobot tertinggi 10,18 (peringkat pertama). Konsentrasi tersebut menjadi dasar formulasi pada penelitian selanjutnya (utama).

### Formulasi Agar-Agar Tepung pada Selai Lembaran

Produk selai jambu biji lembaran yang terpilih dari hasil penelitian pendahuluan merupakan formula dasar yang kemudian digunakan pada penelitian utama. Analisis dan penentuan formula terpilih pada penelitian utama ditentukan dengan beberapa pengujian meliputi uji hedonik, kekuatan gel, profil rheologi, serat makanan dan nilai  $a_w$ . Penambahan konsentrasi agar-agar tepung yang diberikan adalah 0,8%, 0,9%, 1,0%, 1,1%, 1,2%.



Gambar 3 Profil pH selai lembaran jambu biji. Kandungan gula 100% (▤), 90% (▥), 80% (▧), 70% (▨)

## Parameter Hedonik

Uji hedonik dilakukan untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap selai jambu biji lembaran dengan perbedaan konsentrasi agar-agar tepung. Faktor utama yang diperhatikan adalah parameter sensori dari tekstur selai jambu biji lembaran, karena agar-agar sebagai gelling agent akan mempengaruhi pembentukan tekstur sekaligus sebagai *texturizer* dari selai jambu biji lembaran. Parameter sensori lainnya seperti kenampakan, rasa, aroma, dan warna tetap menjadi pertimbangan dalam penentuan formula terbaik dari selai jambu biji lembaran.

Konsentrasi agar-agar sebagai *texturizer* berpengaruh nyata pada parameter hedonik tekstur, warna, dan kenampakan ( $p < 0,05$ ), sedangkan data hasil olahan penerimaan panelis pada parameter rasa dan aroma menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Agar-agar tepung tidak memiliki aroma dan rasa yang khas atau beraroma netral, sehingga penambahan agar-agar pada selai jambu biji lembaran tidak mempengaruhi rasa dan aroma selai ( $p > 0,05$ ).

Hasil uji hedonik nilai sensori tekstur selai jambu biji lembaran berkisar antara 5,63-8,13. Agar-agar memiliki kemampuan membentuk jaringan triple heliks dan jaringan tersebut secara berasama-sama akan memerangkap air, dan menurunkan aliran fluida dalam adonan yang menyebabkan peningkatan kekuatan gel dari selai. Penambahan konsentrasi agar-agar tepung maka gel yang semakin besar dihasilkan semakin kuat atau semakin kenyal suatu produk (Labropoulos *et al.* 2002b). Penambahan agar-agar tepung 0,9% menghasilkan tekstur selai jambu biji lembaran yang paling disukai oleh panelis karena lebih elastis, tidak terlalu padat dan kompak.

## Profil Rheologi Tekstur Selai

Rheologi merupakan kajian yang mempelajari perubahan bentuk (deformasi) dan aliran serta deformasi suatu obyek pangan akibat pengaruh suatu gaya pada sifat fisik bahan pangan. Sifat fisik bahan yang dimaksud berhubungan dengan stress (intensitas gaya/*force*), *strain* (perubahan bentuk dan ukuran terhadap keadaan aslinya oleh pengaruh

*stress*) dan waktu. Tekstur memegang peranan penting dalam mutu selai lembaran karena merupakan parameter penting dalam proses pengolahan selai yang erat kaitannya dengan sifat mekanis agar-agar, dan menjadi penentu kualitas selai lembaran. Profil rheologi tekstur yang diamati meliputi karakteristik fisik *hardness*, *cohesiveness*, *springiness*, *adhesive force*, *gumminess* dan kekuatan gel secara umum.

Kekuatan gel secara umum merupakan daya tahan bahan untuk pecah akibat gaya tekan yang diberikan. Proses pencampuran agar dalam larutan dilakukan dengan kondisi yang cepat (Shin *et al.* 2002), kecepatan pencampuran memegang peranan penting dalam proses pembentukan gel. Agar-agar yang dilarutkan tanpa proses pengadukan atau pengadukan secara lambat (*low mix*) menyebabkan porositas dari gel menjadi rapuh, sehingga menurunkan kekuatan gel agar-agar (Ross *et al.* 2006).

Kekuatan gel selai jambu biji lembaran diukur menggunakan tekstur analyser (TA-XT21), dengan diameter silinder 1 inci (2,54 cm) dan kecepatan penekanan 1,5 mm/s. Nilai kekuatan gel selai jambu biji lembaran berkisar antara 185,20-379,42 gf/cm<sup>2</sup>. Nilai tertinggi terdapat pada selai jambu biji lembaran dengan penambahan agar 1,2%, sedangkan nilai yang terkecil pada penambahan agar 0,8%.

Penambahan konsentrasi agar-agar tepung yang diberikan semakin tinggi, maka kekuatan gel juga semakin tinggi. Produk selai perolehan mutu akhir produk tidak bisa ditentukan secara langsung oleh nilai kekuatan gel. Profil tekstur selai lembaran juga dinilai meliputi parameter *hardness*, *cohesiveness*, *springiness*, *adhesive force*, *gumminess* (Szczeniak 2002) tertera pada Tabel 4.

Hasil profil tekstur selai lembaran menunjukkan perbedaan nyata pengaruh konsentrasi agar-agar sebagai *texturizer* terhadap nilai *hardness*, *cohesiveness*, *springiness*, *adhesive force*, *gumminess*. Hasil uji Tukey menunjukkan bahwa semua perlakuan memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai profil tekstur gel selai jambu biji lembaran. Secara umum semakin tinggi agar-agar tepung yang digunakan, maka akan semakin tinggi nilai profil tekstur. Hal

Tabel 4 Hasil profil tekstur selai lembaran jambu biji

Perlakuan penambahan agar (%)	Hardness (gr)	Cohesiveness	Springiness (mm)	Adhesive force (gr)	Gumminess (gr)
0,80	185,200±19,21 <sup>a</sup>	0,086±0,01 <sup>a</sup>	0,829±0,01 <sup>a</sup>	15,450±2,45 <sup>a</sup>	68,320±15,43 <sup>a</sup>
0,90	225,920±28,44 <sup>b</sup>	0,102±0,01 <sup>b</sup>	0,978±0,01 <sup>b</sup>	18,235±1,65 <sup>b</sup>	80,634±29,11 <sup>b</sup>
1,00	276,780±32,51 <sup>c</sup>	0,120±0,01 <sup>c</sup>	1,158±0,04 <sup>c</sup>	21,585±4,53 <sup>bc</sup>	95,451±18,43 <sup>bc</sup>
1,10	350,600±33,19 <sup>cd</sup>	0,145±0,02 <sup>d</sup>	1,402±0,02 <sup>d</sup>	26,130±2,31 <sup>c</sup>	115,549±31,32 <sup>c</sup>
1,20	379,420±20,17 <sup>d</sup>	0,156±0,01 <sup>e</sup>	1,509±0,03 <sup>e</sup>	28,115±2,21 <sup>d</sup>	124,325±39,12 <sup>d</sup>

ini menyebabkan semakin banyak molekul H<sub>2</sub>O yang terperangkap di dalamnya dan membuat gel lebih baik (empuk) (Tiwari dan Bhattacharya 2011). Oleh karena itu semakin tinggi konsentrasi agar-agar yang digunakan pada selai jambu biji lembaran maka nilai gel tekstur akan semakin tinggi. Penambahan agar-agar tepung dalam industri pangan bertujuan untuk pembentuk gel, pematap emulsi, pengental, pengikat air dan pelapis. Agar-agar juga berguna untuk mengubah cairan menjadi padatan yang elastis atau mengubah bentuk sol menjadi gel (Imeson 2010).

#### Serat Makanan dan Aktivitas Air ( $a_w$ )

Serat pangan tersusun dari polisakarida non-pati seperti selulosa dan berbagai komponen yang berasal dari tumbuhan di antaranya dekstrin, inulin, lignin, kitin, pektin, betaglukan, dan oligosakarida. Hasil uji kadar serat makanan berkisar antara 1,01% sampai 1,59%. Penambahan agar 1,2% menunjukkan nilai tertinggi untuk kadar serat yaitu 1,59%, sedangkan nilai terendah dari kadar serat pangan diperoleh dari selai dengan penambahan agar-agar tepung sebanyak 0,8%. Penambahan konsentrasi agar-agar tepung secara umum meningkatkan jumlah serat

pangan yang terkandung dalam selai jambu biji lembaran.

Kandungan air dalam bahan makanan mempengaruhi daya tahan bahan makanan terhadap serangan mikroorganisme yang dinyatakan dalam *water activity* ( $a_w$ ) atau aktivitas air, yaitu jumlah air bebas yang dapat digunakan oleh mikroorganisme untuk pertumbuhannya. Aktivitas air ( $a_w$ ) dalam makanan dideskripsikan sebagai “batas” kandungan air dalam makanan yang dapat diukur sebagai cairan yang banyak berperan dalam terjadinya reaksi kimia dan biokimia yang ada dalam suatu bahan.

Selai jambu biji lembaran merupakan produk semi basah atau *Intermediate moisture food* (IMF) dikarenakan nilai  $a_w$  yang ada pada produk berkisar antara 0,852-0,893. Penambahan agar-agar tepung dengan konsentrasi yang berbeda selain mempengaruhi kandungan serat juga mempengaruhi  $a_w$  dari selai jambu biji lembaran. Agar-agar bersifat higroskopis sehingga agar-agar dan gula bersama-sama memerangkap air dari dalam bahan, hal ini terlihat pada selai jambu biji lembaran dengan penambahan agar-agar tepung paling besar yaitu 1,2% memiliki nilai  $a_w$  yang paling rendah dibandingkan dengan semua penambahan konsentrasi agar.

Tabel 5 Total serat pangan dan  $a_w$  selai jambu biji lembaran

Perlakuan penambahan agar (%)	Serat pangan Larut (%)	Serat Pangan Tidak Larut (%)	Aktivitas air ( $a_w$ )
0,80	0,825 <sup>a</sup>	0,185 <sup>a</sup>	0,852 <sup>a</sup>
0,90	0,910 <sup>a</sup>	0,175 <sup>a</sup>	0,861 <sup>ab</sup>
1,00	1,101 <sup>b</sup>	0,253 <sup>b</sup>	0,872 <sup>bc</sup>
1,10	1,295 <sup>c</sup>	0,218 <sup>c</sup>	0,880 <sup>cd</sup>
1,20	1,355 <sup>c</sup>	0,237 <sup>c</sup>	0,893 <sup>d</sup>

## Penentuan Formula Terbaik dengan Metode Bayes

Hasil analisis menggunakan metode Bayes terhadap keseluruhan parameter pengujian pada penelitian utama menunjukkan bahwa selai jambu biji lembaran dengan penambahan agar-agar tepung 0,9% mendapatkan nilai tertinggi 3,42 (peringkat pertama). Hasil uji Bayes yang menghasilkan konsentrasi terbaik ini digunakan untuk uji banding mutu selai jambu biji lembaran dengan produk komersial pada tahap penelitian selanjutnya.

Tahap akhir pengembangan sebuah produk selai lembaran jambu biji adalah dilakukan evaluasi pendugaan umur simpan dan presentasi kontribusi gizi terhadap angka kecukupan gizi. Perhitungan atau pendugaan umur simpan produk selai dilakukan menggunakan metode akselerasi model Arrhenius (Chen 2007). Parameter yang diukur selama penyimpanan adalah nilai total kapang dan nilai hedonik sebagai pembanding. Kapang merupakan kontaminan utama yang penting pada olahan buah dan produk pangan semi basah. Spora kapang akan inaktif selama proses pemasakan dan selama kondisi  $a_w$  rendah namun akan kembali aktif dalam kondisi optimumnya (Nieminen *et al.* 2008). Berdasarkan data perubahan nilai total kapang selama penyimpanan dapat dibuat grafik dan persamaan eksponensial dengan nilai koefisien korelasi yang paling baik adalah ordo satu dan menghasilkan model utama Arrhenius ( $\ln k = \ln k_0 - (E_a/R) 1/T$ ) =  $\ln k = 20,222 - 6660,6 (1/T)$  dengan  $R^2 = 0,9137$ . Tanpa bahan pengawet selai lembaran terpilih dapat disimpan selama 44 hari pada suhu 10-15°C.

Tahap selanjutnya adalah penentuan persentase kontribusi gizi dan energi terhadap angka kecukupan gizi. Angka kecukupan gizi (AKG) berguna sebagai nilai rujukan (*reference values*) terutama dalam perencanaan dan penilaian konsumsi gizi dan pangan bagi orang sehat, agar terhindar dari kekurangan atau kelebihan gizi. Informasi nilai gizi dari selai jambu biji lembaran dengan perlakuan terbaik gula 90%, asam sitrat 0,04% dan agar-agar tepung 0,9 % dengan takaran saji 35 gram mampu menyumbangkan energi total 45 kkal, lemak 0%, karbohidrat 9%, protein 2% dan serat pangan 3%.

## KESIMPULAN

Formula terpilih selai jambu biji lembaran berdasarkan parameter fisikokimia dan hedonik adalah selai dengan penambahan gula 90%, asam sitrat 0,04% dan agar-agar tepung 0,9%. Penelitian mengenai selai jambu biji lembaran ini merupakan penelitian tahap awal pada produk baru sehingga dibutuhkan beberapa penyempurnaan atau penelitian lanjutan terhadap produk ini seperti bahan pengawet yang sesuai, penelitian mengenai kemasan yang sesuai dengan produk selai jambu biji lembaran, serta upaya fortifikasi zat gizi lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ameur LA, Trystram G, Birlouez-Aragon I. 2006. Accumulation of 5-hydroxymethyl-2-furfural in cookies during the baking process: validation of an extraction method. *Food Chemistry*. 98(4): 790-796.
- Asia Pacific Food Industry. 2016. Asia-Pacific Food Preservatives Market by Region, From 2016-2021. Market Data Forecast, Vol September. 135 p.
- [AOAC] Association of Official Analytical and Chemistry. 2007. Official Methods of Analysis. 18th ed. Maryland (US): Association of Official Analytical.
- Boral S, Saxena A, Bohidar HB. 2008. Universal growth of microdomains and gelation transition in agar hydrogels. *Journal of Physical Chemistry*. 112(12): 3625-3632.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 1992. Cara Uji Makanan dan Minuman. SNI 01-2891 - 1992. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional.
- \_\_\_\_\_. 2008. Kembang Gula SNI 3457: 2008. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional
- \_\_\_\_\_. 2008. Selai Buah. SNI 3746 : 2008. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional. hal 1-2.
- \_\_\_\_\_. 2015. Pedoman Pengujian sensori untuk produk Perikanan: SNI 2346-2015. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional.
- Bumi DS, Yuwanti S, Choiron M. 2015. Karakterisasi Selai Lembar Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) dengan Variasi Rasio Daging dan Kulit Buah. *Berkala Ilmiah Pertanian*. 1(5): 90-98.

- Cabral RAF, Telis-Romero J, Telis VRN, Gabas AL, Finzer JRD. 2007. Effect of apparent viscosity on fluidized bed drying process parameters of guava pulp. *Journal of Food Engineering*. 80(4): 1096-1106.
- Chen DX. 2007. Conformability of the kinetics of cohesion/stickiness development in amorphous sugar particles to the classical Arrhenius law. *Journal of Food Engineering*. 79(2): 675-680.
- Diamante LM, Bai X, Busch J. 2014. Fruit Leathers: Method of Preparation and Effect of Different Conditions on Qualities. *International Journal of Food Science*. 14(1):1-12.
- Euro Monitor. 2015. Bakery in Indonesia. [terhubung berkala] <http://www.euromonitor.com/bakery-in-indonesia/report>. [20 Desember 2016].
- Fachruddin L. 2008. Membuat Aneka Selai. Yogyakarta (ID): Kanisius.
- IBIS World Industry Report. 2016. Global Fruit and Vegetables Processing: Market Research Report. [terhubung berkala]. <http://www.ibisworld.com/industry/global/global-fruit-vegetables-processing.html>. [20 Desember 2016].
- Ikhwal A, Lubis Z, Ginting S. 2014. Pengaruh Konsentrasi Pektin dan Lama Penyimpanan Terhadap Mutu Selai Nanas Lembaran. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*. 2(4): 61-70.
- Javanmard M, Endan J. 2010. A survey of rheological properties of fruit jams. *International Journal of Chemical Engineering and Applications*. 1(1): 31-37.
- Imeson A. 2010. Food Stabilisers, Thickeners, and Gelling Agent. Chichester: Wiley Blackwell Publishing Ltd. 31-47 p.
- Ismail GH, Yusuf N, Mile L. 2015. Formulasi selai lembaran dari campuran rumput laut dan buah nanas. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 3(4): 142-148.
- Kong K.W. & Ismail A. 2011. Lycopene content and lipophilic antioxidant capacity of by-products from *Psidium guajava* fruits produced during puree production industry. *Food and Bioproducts Processing*. 89(1): 53-61.
- Kementerian Pertanian. 2015. Statistik Produksi Holtikultura Tahun 2014. Jakarta (ID): Direktorat Jenderal Holtikultura.
- Labropoulos KC, DE Niesz, SC Danforth, PG Kevrekidis. 2002a. Dynamic rheology of agar gels : theory and experiments. Part I. Development of a rheological model. *Carbohydrate Polymer*. Elsevier. 393-406.
- \_\_\_\_\_. 2002b. Dynamic rheology of agar gels : theory and experiments. Part II. Gelation behavior of agar sols and fitting of a theoretical rheological model. *Elsevier*. 407-415.
- Lee MD, Newell BR. 2011. Using hierarchical Bayesian methods to examine the tools of decision-making. *Judgment and Decision Making*. 6(8): 832-842.
- Lee W.K., Lim Y.Y, Leow AT, Namasivayam P, Abdullah J.O, Ho C. 2017. Biosynthesis of agar in red seaweeds: A review. *Carbohydrate Polymers*. 164: 23-30.
- Maceiras R, Cancela MA, Alvarez E. 2007. Rheological properties of fruit purees: effect of cooking. *Journal of Food Engineering*. 80(3): 763-769.
- Mendoza MR, Olano A, Villamiel M. 2002. Determination of hydroxymethyl furfural in commercial jams and in fruit-based infant foods. *Analytical, Nutritional and Clinical Methods*. 79(4): 513-516.
- Praiboon J, Chirapart A, Akakabe Y, Bhumibhamond O, Kajiwarat T. 2006. Physical and chemical characterization of cagar polysaccharides extracted from the Thai and Japanese species of *Gracilaria*. *Science Asia*. 32(1): 11-17.
- Nieminen T, Neubauer P, Sivela S, Vatano S, Siferberg P, Salonen MS. 2008. Volatile compounds produced by fungi in strawberry jam. *Food Science and Technology*. 41(10): 2051-2056.
- Pathare PB, Opara UL, Al-Said FA. 2013. Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: A Review. *Food and Bioprocess Technology*. 6(1):36-60.
- Putri IR, Basito, Widowati E. 2013. Pengaruh konsentrasi agar-agar dan karagenan terhadap karakteristik fisik, kimia, dan sensori selai lembaran pisang (*Musa paradisiaca* L.) varietas raja bulu. *Jurnal Teknosains Pangan*. 2(3): 112-120.

- Quintas M, Branda~o TRS, Silva CLM. 2007. Modelling autocatalytic behaviour of a food model system – sucrose thermal degradation at high concentrations. *Journal of Food Engineering*. 78(2): 537–545.
- Ribes S, Fuentes A, Talens P, Barat JM. 2017. Application of cinnamon bark emulsions to protect strawberry jam from fungi. *LWT - Food Science and Technology*. 78(1): 265–272.
- Ross KA, Campanella OH, Nolte PLJ. 2006. The effect of mixing conditions in the material properties of an agar gel –microstructural and macrostructural considerations. *Food Hydrocolloids*. 20(1): 79-87.
- Szczesniak AS. 2002. Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference*. 13(4): 215-225.
- Shin JE, Salim L, Cornillon P. 2002. The effect of centrifugation on agar/sucrose gels. *Food Hydrocolloids*. 16(2): 89-94.
- Singh S., S.Jain, S.P.Singh and D.Singh. 2008. Quality changes in fruit jams from combinations of different fruit pulps. *Journal of Food Processing and Preservation*. 33(1): 41–57.
- Singh D, Gill MIS, Boora RS, Arora NK. 2015. Estimates of genetic variability, heritability, genetic advance, correlation coefficients and their prospects for crop improvement in guava (*Psidium guajava* L.). *Journal of Applied Horticulture*. 17(1): 76-78.
- Takano R, Hayasi K, Hara S. 1995. Highly methylated agars with high gel-melting point from the red seaweed, *Gracilaria Euchumoides*. *Phytochemistry*. 40(2): 487-491.
- Tako M. 2015. The Principle of Polysaccharide Gels. *Advances in Bioscience and Biotechnology*. 6: 22-36.
- Teixidó E, Núñez O, Santos FJ , Galceran MT. 2011. 5-Hydroxymethyl furfural content in food stuffs determined by micellar electro kinetic chromatography. *Food Chemistry*. 126(4): 1902–1908.
- Tiwari S, Bhattacharya S. 2011. Aeration of model gels: Rheological characteristics of gellan and agar gels. *Journal of Food Engineering*. 107(1) : 134-137.
- Zhang L, Ren J, Zhang Y, Li J, Liu Y, Guo Z, Yang Z, Pan S, Fan G. 2016. Effects of modified starches on the processing properties of heat-resistant blueberry jam. *LWT - Food Science and Technology*. 72: 447-456.