

PENGEMBANGAN PRODUK *FRUIT LEATHER* DARI BUAH MANGGIS DAN KAJIAN SIFAT FUNGSIONALNYA SECARA *IN VITRO*

ST. HARTINI DJALIL



**PROGRAM STUDI ILMU PANGAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2022**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.





PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Pengembangan Produk *Fruit Leather* dari Buah Manggis dan Kajian Sifat Fungsionalnya secara *In Vitro*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada IPB University.

Bogor, Januari 2021

St Hartini Djalil
F25118029

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



RINGKASAN

ST. HARTINI DJALIL. Pengembangan Produk *Fruit Leather* dari Buah Manggis dan Kajian Sifat Fungsionalnya secara *In Vitro*. Dibimbing oleh SEDARNAWATI YASNI dan DIDAH NUR FARIDAH.

Fruit leather manggis merupakan produk berbasis buah yang dikeringkan, terbuat dari puree buah manggis dan disajikan dalam bentuk lembaran fleksibel, memiliki tekstur seperti kulit, kenyal, plastis, tinggi serat, memiliki rasa manis, kadar air 10-20%, dan aktivitas air (a_w) $< 0,7$. Buah manggis sebagai salah satu buah tropis dikenal dengan sebutan "*queen of tropical fruit*", karena memiliki daging buah berwarna putih, lembut, rasa manis dan asam, serta aroma yang disukai. Buah manggis memiliki potensi farmakologi dan ekonomi yang tinggi, mengandung senyawa pektin dan polifenol yang dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan penelitian terkait aspek gizi dan kesehatan serta pengembangan produk olahan di daerah-daerah penghasil buah manggis.

Kulit buah manggis telah digunakan untuk mengobati berbagai penyakit selama berabad-abad yang lalu, termasuk diabetes mellitus, tumor, hipertensi, radang sendi, dan infeksi kulit. Selain itu, buah manggis memiliki sifat antioksidan, anti-inflamasi, dan anti-diabetes yang tinggi. Beberapa tahun terakhir, kesadaran masyarakat terhadap kesehatan semakin meningkat, kebutuhan konsumsi antioksidan sebagai senyawa yang dapat mencegah dan mengurangi kerusakan oksidatif akibat radikal bebas juga semakin meningkat. Penambahan enkapsulat nanopartikel ekstrak kulit manggis sebagai ingredien dapat meningkatkan sifat fungsional *fruit leather* buah manggis, tetapi pemanfaatan kulit manggis memiliki beberapa kendala, seperti ketidakstabilan warna, kelarutan yang rendah, dan sifat fungsional yang mudah terdegradasi selama pengolahan dan penyimpanan. Salah satu upaya melindungi senyawa aktif suatu bahan dan mudah penggunaannya dapat dilakukan dengan teknologi enkapsulasi berbasis nanopartikel. Pada penelitian ini akan diproduksi *fruit leather* yang terbuat dari puree buah manggis yang ditambahkan enkapsulat nanopartikel ekstrak kulit manggis agar produk memiliki sifat fungsional sebagai antioksidan dan antihiperlipidemia.

Tahapan penelitian terdiri dari ekstraksi kulit buah manggis, sintesis nanopartikel, pengeringan semprot (*spray drying*) nanopartikel ekstrak kulit buah manggis, formulasi *fruit leather*, dilanjutkan dengan analisis sifat sensori, fisikokimia, dan fungsional produk *fruit leather*. Kulit buah manggis diekstraksi dengan metode refluks pada suhu 60 °C selama 1 jam menggunakan pelarut etanol 70%, sedangkan pembuatan nanopartikel ekstrak kulit manggis menggunakan metode gelasi ionik dengan mencampurkan larutan kitosan 0,2%, dan larutan STPP 0,1%. Selanjutnya enkapsulasi metode *spray drying* menggunakan penyalut kombinasi maltodekstrin dan Na-kaseinat dengan rasio 60:40 (%b/b). Formula *fruit leather* terdiri dari puree manggis dan enkapsulat nanopartikel ekstrak kulit manggis pada 3 konsentrasi yaitu 0,5%, 1,0%, dan 1,5% (%b/b). Tahap selanjutnya dilakukan evaluasi sifat sensori, fisikokimia, dan fungsional produk *fruit leather*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa formula 2 (F2, penambahan 1,0% enkapsulat nanopartikel) memberikan rata-rata nilai sensori paling tinggi dibandingkan formula 1 (F1, penambahan 0,5% enkapsulat nanopartikel) dan formula 3 (F3, penambahan 1,5% enkapsulat nanopartikel) dengan nilai rata-rata;

@Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



4,05±0,86 (F2-suka), 3,82±0,90 (F3-netral-suka), dan 3,57±0,94 (F1-netral-suka). Hasil karakteristik fisikokimia dan sifat fungsional menunjukkan bahwa formula 3 merupakan formula terbaik, diikuti formula 2 dan formula 1. Nilai rata-rata formula 3 (F3), yaitu tekstur (tingkat kekerasan) $331,6 \pm 4,45$, aktivitas air (a_w) $0,54 \pm 0,003$, pH $3,40 \pm 0,012$, kadar air (%bb) $11,57 \pm 0,022$, kadar abu (%bk) $5,27 \pm 0,012\%$, total fenol $1,13 \pm 0,127$ mg GAE/g, aktivitas antioksidan $0,58 \pm 0,000$ mg AEAC/g, dan inhibisi α -amilase sebagai aktivitas antihiperglikemik $58,26 \pm 2,026\%$. Hasil kajian sifat sensori, fisikokimia, dan fungsional produk *fruit leather* dapat dijadikan acuan dalam pengembangan dan pemanfaatan buah manggis untuk diversifikasi pangan yang bermanfaat bagi kesehatan sebagai pangan fungsional.

Kata kunci: aktivitas antioksidan, antihiperglikemik, *fruit leather*, enkapsulat nanopartikel ekstrak kulit manggis, total fenol



SUMMARY

ST. HARTINI DJALIL. Development of Fruit Leather Products from Mangosteen Fruit and In Vitro Study of Functional Properties. Supervised by SEDARNAWATI YASNI and DIDAH NUR FARIDAH.

Mangosteen fruit leather is a dried fruit-based product, made from mangosteen fruit puree and served as flexible stripes, has the texture of leather, chewy, plastic, high fiber, sweet taste, 10-20% water content, and <0,7 water activity. The mangosteen fruit as tropical fruit is known as "the queen of tropical fruit" because it has white, soft, juicy flesh with a sweet and sour taste and a bright aroma. Mangosteen fruit has a high pharmacologic and economical potential rich in pectin and polyphenolic compounds that can be used for research needs related to nutritional and health aspects and the development of processed products in mangosteen production areas.

Mangosteen rind has been used to treat various diseases for centuries, including diabetes mellitus, tumors, hypertension, arthritis, and skin infections. In addition, mangosteen rind has high antioxidant, anti-inflammatory, and anti-diabetic properties. Several years, public awareness of health increased, the need for consumption of antioxidants as compounds that can prevent and reduce oxidative damage caused by free radicals is also increasing. The addition of nanoparticle encapsulation of mangosteen rind extract as an ingredient improves the functional properties of mangosteen fruit leather. The utilization of mangosteen rind has problems, such as color instability, low solubility, and easy degradation of its functional properties during processing and storage. One of the efforts to protect bioactive compound of a material and ease to use can be made with nanoparticle-based encapsulation technology. In this research, fruit leather made from puree of mangosteen will be produced with the addition of nanoparticle encapsulation of mangosteen rind extract in order to have functional properties as an antioxidant and antihyperglycemic.

The research stages consisted of mangosteen rind extraction, nanoparticle synthesis, spray drying of mangosteen rind extract nanoparticle, fruit leather formulation, analysis of sensory, physicochemical, and functional properties of fruit leather. Mangosteen rind was extracted by reflux method at 60°C for 1-hour using 70% ethanol solvent, and nanoparticle synthesis using ionic gelation method by mixing 0.2% chitosan solution and 0.1% STPP solution. Furthermore, spray drying method used the combination of maltodextrin and Na-caseinat with ratio 60:40 (%w/w). The fruit leather formulation stage was made from the mangosteen puree by adding nanoparticle encapsulation of mangosteen rind extract with 3 concentrations, 0.5%, 1.0%, and 1.5% (%w/w). The next stage is to evaluates the sensory, physicochemical, and functional properties of fruit leather.

The results showed that formula 2 (F2, added 1.0% nanoparticle encapsulation) recorded the highest value of sensory properties than formula 1 (F1, added 0.5% nanoparticle encapsulation) and formula 3 (F3, added 1.5% nanoparticle encapsulation) with an average value, 4.05±0.86 (F2-like), 3.82±0.90 (F3-neutral-like), and 3.57±0.94 (F1-neutral-like). The results of physicochemical and functional properties showed that formula 3 was the best formula, followed by formula 2 and formula 1. The average value for formula 3 (F3) were texture

(hardness level) 331.6 ± 4.45 , water activity (aw) 0.54 ± 0.003 , pH 3.40 ± 0.012 , water content (%wb) 11.57 ± 0.022 , ash content (%db) $5.27 \pm 0.012\%$, total phenol 1.13 ± 0.127 mg GAE/g, antioxidant activity 0.58 ± 0.000 mg AEAC/ g, and inhibition of α -amylase as antihyperglycemic activity $58.26 \pm 2.026\%$. The study results of sensory, physicochemical, and functional properties of fruit leather products can be used as a reference in the development and utilization of mangosteen fruit to diversify the food with health benefits as a functional food.

Keywords: antioxidant and antihyperglycemic activity, fruit leather, nanoparticle encapsulation of mangosteen rind extract, total phenol

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

PENGEMBANGAN PRODUK *FRUIT LEATHER* DARI BUAH MANGGIS DAN KAJIAN SIFAT FUNGSIONALNYA SECARA *IN VITRO*

ST. HARTINI DJALIL

Tesis
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains pada
Program Studi Ilmu Pangan

**PROGRAM STUDI ILMU PANGAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2022**



Penguji Luar Komisi pada Ujian Tesis: Dr. Nur Wulandari, S.TP., M.Si.

Judul Tesis : Pengembangan Produk *Fruit Leather* dari Buah Manggis dan Kajian Sifat Fungsionalnya secara *In Vitro*
Nama : St. Hartini Djalil
NIM : F251180291

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Sedarnawati Yasni, M. Agr.
NIP. 19581024 198303 2 001



Pembimbing 2:
Dr. Didah Nur Faridah, S.T.P., M. Si.
NIP. 19711117 199802 2 001



Diketahui Oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Ir. Harsi D. Kusamaningsrum, M.Sc.
NIP. 19640502 199303 2 004



Dekan Fakultas Teknologi Pertanian:
Prof. Dr. Ir. Slamet Budijanto, M. Agr.
NIP. 19610502 198603 1 002



Tanggal Ujian: 14 Januari 2022

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Agustus 2021 sampai bulan Oktober 2021 adalah *functional food*, dengan judul “Pengembangan Produk *Fruit Leather* dari Buah Manggis dan Kajian Sifat Fungsionalnya secara *In Vitro*”.

Banyak pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan penelitian ini, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada para pembimbing Ibu Prof. Dr. Ir. Sedarnawati Yasni, M. Agr. selaku ketua komisi pembimbing dan Ibu Dr. Didah Nur Faridah, S. TP., M.Si. selaku anggota komisi pembimbing atas arahan, bimbingan, saran, dan waktu yang diberikan. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Dr. Nur Wulandari, S.TP. M.Si. sebagai penguji luar komisi yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan saran dan masukan pada penyempurnaan tesis. Terima kasih kepada Ketua Program Studi Ilmu Pangan dan jajarannya, seluruh dosen Ilmu Pangan atas semua ilmu, bimbingan, dan arahan yang telah diberikan. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Kepala Laboratorium Departemen ITP dan teknisi Laboratorium Kimia dan Sensori PAU, serta Laboratorium Pilot Plant Seafast Centre atas fasilitas dan kemudahan yang diberikan kepada penulis selama melakukan penelitian. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada orang tua, saudara, seluruh keluarga, atas segala doa dan kasih sayangnya dan kepada seluruh sahabat seperjuangan di Program Studi Ilmu Pangan angkatan 2018 atas dukungan, bantuan, dan motivasi yang diberikan kepada penulis.

Walaupun masih dirasakan banyak kekurangan dalam penulisan tesis ini, penulis tetap berharap semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Januari 2022

St. Hartini Djalil

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR LAMPIRAN

I	PENDAHULUAN	1
1.1	Latar Belakang	1
1.2	Rumusan Masalah	1
1.3	Tujuan	2
1.4	Manfaat	2
1.5	Hipotesis	2
II	TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1	Buah Manggis	3
2.2	Enkapsulasi Berbasis Nanopartikel	3
2.3	<i>Fruit Leather</i>	5
III	METODE	6
3.1	Waktu dan Tempat	6
3.2	Alat dan Bahan	6
3.3	Prosedur Kerja	6
3.4	Analisis Sifat Sensori	8
3.5	Analisis Sifat Fisikokimia	8
3.6	Analisis Total Fenol	10
3.7	Analisis Sifat Antioksidan	11
3.8	Analisis Sifat Antihiperglikemik	11
IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	13
4.1	Karakteristik Enkapsulat Ekstrak Kulit Manggis	13
4.2	Karakteristik Sensori <i>Fruit Leather</i>	16
4.3	Sifat Fisikokimia <i>Fruit Leather</i>	19
4.4	Total Fenol dan Aktivitas Antioksidan <i>Fruit Leather</i>	22
4.5	Aktivitas Penghambatan Enzim α -Amylase	24
V	SIMPULAN DAN SARAN	28
	DAFTAR PUSTAKA	29
	LAMPIRAN	35



DAFTAR TABEL

1.	Formula <i>fruit leather</i>	7
2.	Jumlah larutan pada analisis inhibisi α -amilase	12
3.	Karakteristik enkapsulat ekstrak kulit manggis	14
4.	Hasil uji rating hedonik <i>fruit leather</i>	17
5.	Nilai tesktur, aktivitas air (a_w), dan derajat keasaman (pH)	19
6.	Data proksimat <i>fruit leather</i>	21

DAFTAR GAMBAR

1.	Struktur kimia senyawa xanton	4
2.	Total fenolik dan aktivitas antioksidan <i>fruit leather</i>	23
3.	Aktivitas antihiperqlikemik <i>fruit leather</i>	25

DAFTAR LAMPIRAN

1.	Diagram alir penelitian	35
2.	Diagram alir pembuatan enkapsulat ekstrak kulit manggis	36
3.	Diagram alir formulasi <i>fruit leather</i>	37
4.	Hasil analisis uji rating hedonik	38
5.	Hasil anallisis proksimat	43
6.	Hasil analisis tekstur, aktivitas air, dan pH	48
7.	Hasil analisis total fenol	51
8.	Hasil analisis aktivitas antioksidan	54
9.	Hasil analisis aktivitas antihiperqlikemik	57
10.	Dokumentasi penelitian tahap I	60
11.	Dokumentasi penelitian tahap II	62
12.	Dokumentasi penelitian tahap III	63
13.	Dokumentasi produk akhir <i>fruit leather</i>	66
14.	Daftar riwayat hidup penulis	68

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Buah manggis yang dijuluki sebagai *queen of tropical fruit* merupakan salah satu buah yang digemari masyarakat karena rasanya yang segar, daging buah berwarna putih dan tekstur lembut. Masyarakat umumnya mengonsumsi buah manggis untuk dikonsumsi dalam keadaan segar, sedangkan kulit manggis adalah limbah yang memiliki kandungan senyawa turunan xanton berupa α , β , dan γ -mangostin dan secara tradisional maupun modern sudah dimanfaatkan untuk mengobati beberapa jenis penyakit kulit, pengobatan luka, sebagai antioksidan (Ohno *et al.* 2015; Suthammarak *et al.* 2016; Xie *et al.* 2015), antimikroba (Febrina *et al.* 2018; Janardhanan *et al.* 2017), dan antidiabetes (Gaspersz *et al.* 2019; Karim *et al.* 2018; Taher *et al.* 2016), dan antikanker (Manimekalai *et al.* 2016; Mohamed *et al.* 2017).

Daging buah manggis umumnya dikonsumsi dalam keadaan segar karena memiliki masa simpan yang relatif singkat, sedangkan industri obat herbal menjadikan daging buah manggis sebagai produk hasil samping yang tidak digunakan. Pengembangan produk olahan buah manggis dapat dijadikan solusi untuk meminimalkan kerugian pasca panen, memperpanjang masa simpan buah, dan sebagai alternatif diversifikasi pangan.

Fruit leather adalah salah satu produk olahan buah-buahan yang memiliki nilai ekonomis di pasar internasional tetapi belum banyak beredar di pasar domestik. *Fruit leather* merupakan *snack* atau *dessert* berbentuk lembaran daging buah yang dikeringkan yang memiliki tekstur lembut, kenyal, rasa manis, rendah lemak, tinggi serat, tekstur plastis, dan memiliki kadar air 10-25% (Diamante *et al.* 2014; FAO 2007; Kuria *et al.* 2021).

Seiring meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap kesehatan diantaranya berbagai jenis penyakit degeneratif, kebutuhan konsumsi antioksidan sebagai senyawa yang dapat mencegah dan mengurangi kerusakan oksidatif akibat radikal bebas juga semakin meningkat. Upaya meningkatkan nilai fungsional produk *fruit leather*, dilakukan dengan menambahkan enkapsulat ekstrak kulit manggis ke dalam formula. Ekstrak kulit manggis memiliki ketidakstabilan warna, kelarutan yang rendah, dan mudah mengalami penurunan sifat fungsionalnya selama penyimpanan dan pengolahan, sehingga penggunaan teknologi enkapsulasi berbasis nanopartikel efektif dalam melindungi senyawa bioaktif pada kulit buah manggis untuk diaplikasikan ke dalam produk pangan (Ningsih *et al.* 2017). Penambahan enkapsulat kulit manggis sebagai ingredien dalam proses pengolahan *fruit leather* adalah upaya meningkatkan sifat sensori, fisikokimia, dan fungsional *fruit leather* agar dapat dijadikan sebagai pangan fungsional, dan dapat diterima secara organoleptik oleh masyarakat.

1.2 Perumusan Masalah

Fruit leather manggis adalah pangan olahan daging buah manggis yang memiliki kandungan zat gizi beragam, antara lain vitamin C sebagai salah satu jenis antioksidan, potasium, magnesium, zat besi, zink, dan serat pangan. Ekstrak kulit manggis mengandung senyawa bioaktif, terutama golongan xanton, pada penelitian ini dibuat dalam bentuk enkapsulat berbasis nanopartikel, yang ditambahkan pada

formula *fruit leather* dan diharapkan akan dapat meningkatkan nilai fungsional produk, yaitu meningkatkan aktivitas antioksidan dan antihiperglikemik, berdasarkan hasil uji total fenol, aktivitas antioksidan dan antihiperglikemik secara *in vitro*. Untuk mendapatkan formula terbaik, dilakukan formulasi *fruit leather* dengan 3 variasi konsentrasi enkapsulat nanopartikel ekstrak kulit manggis dan dilakukan uji sensori, fisikokimia, dan fungsional produk.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan mengembangkan produk *fruit leather* berbahan dasar pure daging buah manggis ditambahkan enkapsulat nanopartikel ekstrak kulit manggis yang memiliki sifat fungsional sebagai antioksidan dan antihiperglikemik.

1.4 Manfaat

Manfaat hasil penelitian ini dapat ditinjau dari 2 aspek, yaitu aspek pengembangan ilmu dan teknologi pangan, serta aspek pengembangan produk industri pangan fungsional. Dari aspek keilmuan, penelitian ini dapat memberikan informasi pengembangan produk dengan pemanfaatan ekstrak limbah kulit manggis yang dipersiapkan sebagai ingredien berbentuk enkapsulat menggunakan teknologi nano. Bentuk enkapsulat dapat melindungi senyawa bioaktif kulit manggis dan mudah diaplikasikan dalam produk pangan, serta senyawa bioaktif dalam bentuk nanopartikel akan lebih mudah diserap oleh tubuh. Dari aspek pengembangan industri, secara komersial ketersediaan produk diversifikasi *fruit leather* yang memiliki khasiat tertentu bagi kesehatan sangat diperlukan, dan secara tidak langsung mendukung program pemerintah dalam bidang kesehatan masyarakat yang menggunakan bahan alami.

1.5 Hipotesis Penelitian

1. Enkapsulat nanopartikel ekstrak kulit buah manggis dapat memperbaiki sifat sensori, fisikokimia, dan fungsional *fruit leather*.
2. Semakin tinggi konsentrasi penambahan enkapsulat pada *fruit leather*, aktivitas antioksidan dan antihiperglikemik semakin meningkat secara *in vitro*.

II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Fruit Leather*

Fruit leather merupakan *snack* yang berbentuk lembaran menyerupai kulit. *Fruit leather* berasal dari kerajaan Persia dan dikenal dengan berbagai sebutan, yaitu “*pestil*” di Turki, “*bastegh*” atau “*pastegh*” di Armenia, “*qamar al deen*” di Lebanon, Siria, dan negara Arab lainnya, dan “*fruit roll*” di Amerika. Menurut FAO (2007), *fruit leather* merupakan lembaran daging buah yang dikeringkan yang terbuat dari puree buah-buahan yang memiliki tekstur kenyal, lembut, rasa manis, kadar air 10-25%, dan jika dikeringkan dan dikemas dengan benar memiliki umur simpan hingga 9 bulan, sedangkan menurut Kuria *et al.* (2021), *fruit leather* merupakan produk olahan daging buah yang dikeringkan pada suhu 30-80 °C selama 24 jam hingga kadar air mencapai 10-20%, tekstur plastis, dan berbentuk lembaran tipis yang dapat digulung. Bahan baku utama dalam pembuatan *fruit leather* adalah puree buah, baik buah-buahan tropis maupun subtropis. Popularitas *fruit leather* semakin meningkat dari produk *homemade* menjadi produk industri yang memiliki nilai ekonomis di pasaran karena dapat dijadikan pangan pengganti konsumsi buah-buahan utuh. Seiring dengan perkembangan zaman, *fruit leather* tidak hanya dibuat dari satu jenis buah saja tetapi *fruit leather* dapat dibuat dari kombinasi beberapa jenis buah-buahan. *Fruit leather* merupakan alternatif untuk mengganti konsumsi buah-buahan segar dan meningkatkan konsumsi berbagai zat gizi seperti karbohidrat, vitamin, mineral, serat pangan, dan antioksidan (Vazquez-Sanchez *et al.* 2021).

Fruit leather memiliki karakteristik fisik yang plastis sehingga mudah digulung dan tidak mudah patah, akan tetapi karakteristik ini sulit diperoleh tanpa penambahan hidrokoloid. Beberapa jenis hidrokoloid yang sering diaplikasikan pada pembuatan *fruit leather*, antara lain gum arab, maltodekstrin, CMC, dan karagenenan. Gum arab merupakan hidrokoloid yang dapat meningkatkan kadar serat dan memperbaiki tekstur produk. Penambahan enkapsulat ekstrak kulit buah manggis yang mengandung senyawa polifenol dan bermanfaat bagi kesehatan diharapkan dapat meningkatkan sifat sensori, fisikokimia, dan fungsional *fruit leather*. Penambahan pemanis sering dilakukan untuk meningkatkan cita rasa dan memperbaiki tekstur *fruit leather*, akan tetapi pada penelitian ini, penambahan pemanis tidak diperlukan karena daging buah manggis memiliki rasa yang manis, sehingga produk *fruit leather* dapat dijadikan diet rendah kalori.

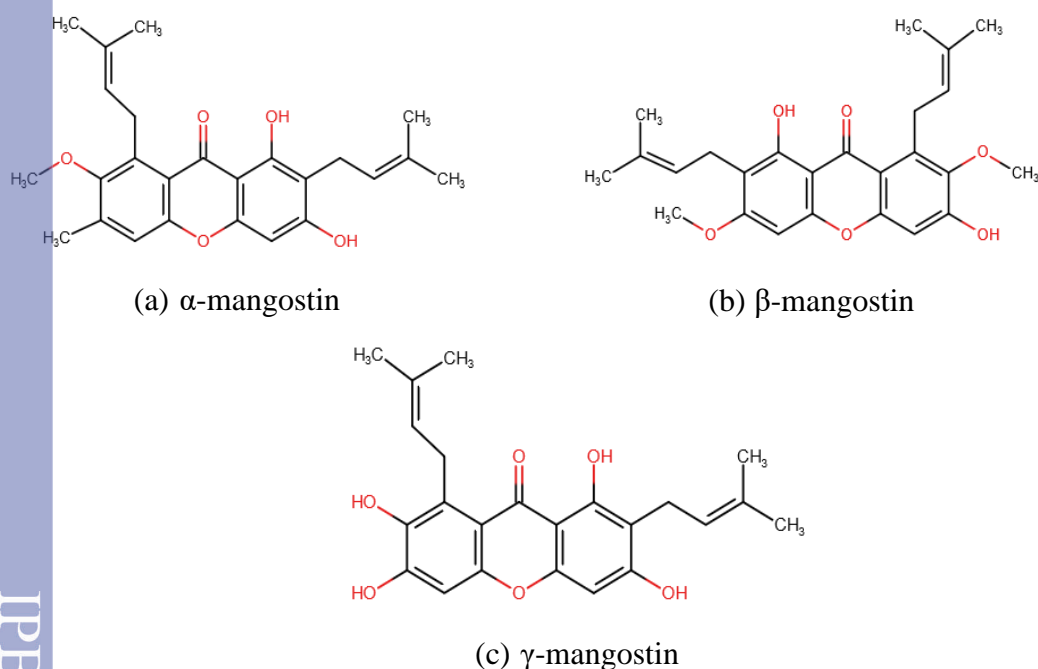
2.2 Buah Manggis

(*Garcinia mangostana L.*) termasuk dalam divisi *Spermatophyta*, kelas *Angiospermae*, bangsa *Thalamiflora*, famili *Guttiferae* dan marga *Garcinia*. Manggis merupakan buah yang digemari oleh masyarakat karena memiliki rasa manis-asam yang lezat, tekstur daging buah lembut dan berwarna putih. Menurut data Badan Pusat Statistik (2020), produksi buah manggis pada tahun 2020 mencapai 322,41 ribu ton, naik sekitar 30,81% (75,92 ribu ton) dari tahun 2019. Jumlah tanaman manggis yang produktif pada tahun 2020 sebesar 3,1 juta pohon, naik sebesar 5% (148 ribu pohon) dari tahun 2019. Provinsi dengan produksi manggis terbesar adalah Jawa barat (90,27 ribu ton, 902,03 ribu pohon), Sumatera Barat (56,42 ribu ton, 294,47 ribu pohon), dan Jawa Timur (43,66 ribu ton, 407,63

ribu pohon). Indonesia merupakan negara pengekspor buah manggis peringkat ke-5 di dunia setelah India, Cina, Kenya, dan Thailand.

Manggis mendapat julukan “*Queen of Tropical Fruit*” (ratu buah-buahan tropis) karena keistimewaan yang dimilikinya. Komponen buah manggis terdiri dari 70-75% kulit buah, 10-15% daging buah, dan 15-20% biji buah. Buah manggis umumnya disajikan dalam keadaan segar, karena mudah rusak. Selain daging buah manggis, kulit buah manggis juga telah banyak dikembangkan sebagai obat berbagai penyakit degeneratif. Beberapa tahun terakhir, industri obat herbal telah banyak mengembangkan produk berbahan kulit manggis untuk mengobati berbagai penyakit, akan tetapi daging buah manggis tidak diolah dan dibuang. Pengembangan produk berbasis buah manggis yang telah dilakukan antara lain, minuman RTD (*Ready to Drink*) dari buah manggis beku (Azizah *et al.* 2020), tablet effervescent (Permana *et al.* 2012), jus kulit buah manggis (Kurniawati dan Mahdi 2014), teh kulit buah manggis (Ariami *et al.* 2017), teh kombucha kulit buah manggis (Pratama *et al.* 2015), BTP pada es krim (Nugroho dan Kusnadi 2015), puding instan (Fitriyani 2014), dan *jelly drink* (Ulfa *et al.* 2019)

Buah manggis memiliki sifat biologi yang potensial tanpa memberikan efek samping dalam meningkatkan sistem kekebalan tubuh dan mengurangi sidrom metabolik (Karim dan Tangpong 2018). Senyawa bioaktif khas sebagai metabolit sekunder yang dimiliki oleh buah manggis adalah xanton (senyawa polifenolik). Menurut Azizah *et al.* (2020), bagian kulit buah manggis memiliki kandungan xanton tertinggi dibanding bagian buah lainnya, yaitu sebesar 107,76 mg/100 g kulit buah manggis. Menurut Zadernowski *et al.* (2009), xanton tidak hanya terdapat pada kulit buah, tetapi juga secara alami terdapat pada daging buahnya, dan kandungan xanton pada daging buah 20 kali lebih sedikit dari kulit buahnya. Senyawa α , β , γ mangostin merupakan senyawa golongan xanton terbanyak yang ditemukan pada kulit buah manggis (Gambar 1).



Gambar 1 Struktur kimia senyawa xanton terbanyak pada kulit manggis (Gasperzs *et al.* 2019)

Buah manggis telah lama dikenal dan digunakan secara tradisional untuk mengobati beberapa penyakit antara lain diare, disentri, sakit perut, infeksi luka, dan maag kronis. Penelitian mengenai pemanfaatan ekstrak kulit manggis menyatakan potensinya sebagai antioksidan (Ohno *et al.* 2015; Suthammarak *et al.* 2016; Tjahjani *et al.* 2014; Xie *et al.* 2015), antidiabetes (Gaspersz *et al.* 2019; Karim *et al.* 2018; Pasaribu *et al.* 2012; Taher *et al.* 2016), antimikroba (Febrina *et al.* 2018; Janardhanan *et al.* 2017; Soetikno *et al.* 2016), antiinflamasi (Gutierrez-Orozco *et al.* 2013), dan antikanker (Li *et al.* 2016; Manimekalai *et al.* 2016; Mizushina *et al.* 2013; Mohamed *et al.* 2017; Pan-In *et al.* 2014).

2.3 Enkapsulasi Nanopartikel Ekstrak Kulit Manggis

Enkapsulasi adalah teknik membungkus senyawa aktif dengan lapisan dinding polimer yang menghasilkan partikel kecil berukuran mikro ataupun nano (Yunilawati *et al.* 2018). Enkapsulasi bertujuan untuk melindungi senyawa aktif dari kerusakan akibat pengaruh lingkungan, meningkatkan dispersi senyawa aktif sesuai yang diharapkan dalam produk pangan, mengurangi dampak organoleptik yang tidak diharapkan, melindungi dari degradasi mutu yang tidak diinginkan, memperbaiki sifat fisik dan kimia, mengontrol penyerapan dalam saluran pencernaan, memperbaiki sifat fisiologis, dan meningkatkan bioavailabilitas.

Pembuatan nanopartikel dilakukan dengan metode gelasi ionik, yaitu melalui interaksi antara kation dan polianion. Polimer kitosan sering digunakan dan berpotensi sebagai bahan pembuatan nanopartikel dalam aplikasi penghantar terkontrol senyawa aktif, karena memiliki kemampuan membuka kait antar sel (*tight junction*) pada membran usus (Ningsih *et al.* 2017), biokompatibel, *biodegradable*, toksisitas rendah, dan bersifat *food grade*. Kitosan dalam larutan asam mengubah gugus amin NH_2 menjadi NH_3^+ yang akan berinteraksi secara ionik dengan senyawa yang bermuatan negatif. Pengikat silang (*crosslinker*) dibutuhkan untuk menstabilkan muatan positif yang saling tolak menolak dari gugus amonium yang bebas, yaitu berupa polianion untuk membentuk interaksi secara ionik. Sodium Tripolifosfat (STPP) dapat membentuk ion tripolifosfat yang dapat membuat reaksi sambung silang dengan gugus amin NH_3^+ dari kitosan. Nanopartikel senyawa aktif yang terbentuk dan terperangkap akan semakin banyak seiring dengan peningkatan reaksi sambung silang yang terjadi.

Metode enkapsulasi yang banyak digunakan adalah metode pengeringan semprot (*spray drying*), dengan keunggulan dapat memperkecil kerusakan zat aktif yang sensitif terhadap suhu tinggi karena kontak antara udara panas dalam ruangan pengering dengan droplet zat aktif berlangsung singkat, mencegah degradasi zat aktif karena panas dapat dihindari, dan waktu pengeringan yang singkat karena penguapan air terjadi pada permukaan yang sangat luas, akan menghasilkan produk akhir berbentuk bubuk yang stabil, dan efektif dalam penanganan dan transportasi Priharsara *et al.* (2018).

III METODE

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus 2020 sampai April 2021 bertempat di Laboratorium Kimia, Biokimia, dan Pengolahan Pangan Departemen TTP, FATETA IPB University.

3.2 Bahan

Bahan untuk pembuatan *fruit leather* terdiri dari buah manggis yang diperoleh dari perkebunan di Kecamatan Cisarua, Kabupaten Bogor, maltodektrin, Na-kaseinat, kitosan, STPP, gum arab, dan asam sitrat, sedangkan bahan-bahan kimia untuk keperluan analisis seperti DNS, NaH_2PO_4 , NaCl , NaOH , CaCl_2 , bovine serum albumin, Na K-tartarat , DPPH, enzim α -amilase, asam askorbat, metanol p.a, asam galat, Na_2CO_3 , reagen Folin Ciocalteu, dan etanol.

3.3 Alat

Peralatan yang digunakan antara lain spektrofotometri UV-Vis, *tekstur analyzer*, oven, vortex, *homogenizer*, desikator, tanur listrik, pemanas Kjeldahl lengkap, labu Kjeldahl, buret, alat ekstraksi Soxhlet, *shaker*, alat sentrifus, tabung sentrifus, penangas air, kertas saring, *waterbath*, *rotary evaporator*, *spray dryer*, blender, a_w meter, pH meter, erlenmeyer, tabung reaksi, batang pengaduk, pipet, mikropipet, neraca digital, cawan aluminium, cawan porselin, penjepit, dan alat-alat penunjang penelitian lainnya.

3.4 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahapan, yaitu: (1) Pembuatan enkapsulat ekstrak kulit manggis (2) pembuatan pure daging buah manggis dan formulasi *fruit leather* buah manggis (3) Analisis karakteristik sensori, sifat fisikokimia dan fungsional *fruit leather* secara *in vitro*.

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Pembuatan Enkapsulat Ekstrak Kulit Manggis (Ningsih 2017)

Kulit buah manggis dibersihkan dari kulit terluar, dipotong-potong kecil dan dilanjutkan dengan proses pengeringan dengan suhu $40-50^\circ\text{C}$ selama 10 jam., kemudian ditepungkan menggunakan *discmill*, diayak dengan ukuran 40 mesh dan dikemas dalam kantong plastik sebagai sampel. Sampel ditimbang dan ditambahkan pelarut etanol 70% dengan perbandingan 1:5 (b/v). Sampel diekstraksi menggunakan metode refluks pada suhu 60°C selama 1 jam. Setelah proses ekstraksi selesai, dilakukan pendinginan dan penyaringan dan filtrat dikumpulkan. Pada ampas dilakukan penambahan pelarut kembali untuk memaksimalkan proses ekstraksi dengan perbandingan 1:3 (b/v), hasil filtrat dicampurkan dan dipekatkan dengan *rotary vacuum evaporator* pada suhu 45°C hingga menghasilkan ekstrak kental. Ekstrak dipindahkan ke dalam botol gelap dan disimpan dalam kulkas (suhu 10°C).

Sintesis nanopartikel dilakukan menggunakan metode gelasi ionik dengan kitosan dan Sodium Tripolifosfat (STPP) sebagai bahan penyalut ekstrak kulit manggis. Secara rinci dapat dijelaskan sebagai berikut: dilakukan pencampuran 10% ekstrak kulit manggis ke dalam larutan kitosan 0,2% (0,2 g kitosan dilarutkan ke dalam 100 mL asam asetat 1%), diaduk menggunakan pengaduk magnetik kecepatan 750 rpm hingga homogen, kemudian ditambahkan larutan STPP 0,1% (1 g STPP dilarutkan ke dalam 100 mL aquades) sedikit demi sedikit ke dalam larutan kitosan hingga larut sempurna dengan perbandingan kitosan dan STPP (1:0,5). Pengadukan dilakukan selama 1 jam hingga larutan homogen, dan didapatkan nanopartikel ekstrak kulit manggis.

Selanjutnya, ke dalam nanopartikel ekstrak kulit buah manggis, ditambahkan bahan penyalut dengan total padatan 20% (b/b). Bahan penyalut terdiri dari maltodekstrin 60% dan Na-kaseinat 40%. Setelah itu dilakukan homogenisasi selama 5 menit dengan *homogenizer*, kemudian dihidrasi selama 18 jam pada suhu 4°C untuk melihat kestabilan nanopartikel yang terbentuk. Proses homogenisasi dilakukan kembali selama 30 detik dan dilanjutkan dengan *spray drying* pada laju umpan 15 mL/menit dan suhu inlet 170°C.

14.5.2. Pembuatan Pure Daging Buah Manggis dan Formulasi *Fruit leather* dengan Penambahan Enkapsulat Ekstrak Kulit Buah Manggis

Proses pembuatan *fruit leather* daging buah manggis diawali dengan pembuatan pure daging buah manggis tingkat kematangan maksimum dengan dikukus selama 10 menit pada suhu <90°C, didinginkan, dipisahkan dari bijinya, dan ditambahkan asam sitrat sebesar 0,2 % dari basis buah. Setelah diperoleh puree buah manggis, ditambahkan bahan pengental, yaitu gum arab sebesar 1,5 % dari basis buah dan enkapsulat ekstrak kulit manggis dengan 3 konsentrasi, yaitu 0,5%, 1,0%, dan 1,5% (%b/b) (Tabel 1). Kemudian campuran tersebut dipanaskan pada suhu lebih rendah dari 90°C sampai semua bahan tercampur rata. Selanjutnya dicetak dengan ketebalan 5 mm pada loyang berukuran 28x28 cm dan dikeringkan dalam oven dengan suhu 55°C selama 24 jam. *Fruit leather* yang telah kering dipotong-potong menjadi ukuran 2 x 2 cm dan dikemas dengan aluminium foil untuk analisis selanjutnya.

Tabel 1 Formula *fruit leather*

Formula	Bahan <i>fruit leather</i>			
	Pure daging buah manggis	Gum arab	Enkapsulat ekstrak kulit buah manggis	Asam sitrat
	(g)	(%)	(%)	(%)
F1	100	1,5	0,5	0,2
F2	100	1,5	1,0	0,2
F3	100	1,5	1,5	0,2

Dimodifikasi dari Marta (2007)

3.7 Analisis Sensori

Panelis dalam uji organoleptik diminta untuk menilai produk *fruit leather* pada 5 skala, yaitu sangat tidak suka (1), tidak suka (2), netral (3), suka (4), sangat suka (5). Pada penelitian ini digunakan panelis tidak terlatih dan berjumlah minimal 70 orang. Atribut yang digunakan dalam uji hedonik terhadap produk *fruit leather* adalah warna, aroma, rasa, tekstur. Analisis hasil uji fisik produk dan uji organoleptik yang diperoleh dilakukan menggunakan analisis sidik ragam (*Analysis of Variance/ANOVA*) untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan. Analisis akan dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan jika terdapat perbedaan yang nyata.

3.8 Analisis Fisikokimia

3.8.1 Analisis Tekstur (Cappa, *et al.* 2015)

Analisis tekstur yang dilakukan pada produk *fruit leather* menggunakan *texture analyzer* dengan sel beban 500 N dan probe jarum pada posisi tegak lurus. Pada saat bahan ditekan selama beberapa saat, akan terbentuk grafik di layar komputer yang selanjutnya dilakukan perhitungan tingkat kekerasan bahan. Tingkat kekerasan yang menyatakan besarnya gaya tekan untuk melakukan deformasi produk dalam satuan *gram force gf*.

3.8.2 Analisis Aktivitas Air (A_w)

Pengukuran aktivitas air dilakukan dengan cara memasukkan *fruit leather* ke dalam a_w meter sampai menutupi permukaan kemudian ditutup dan dibiarkan selama 15-20 menit hingga nilai a_w pada a_w meter terbaca konstan .

3.8.3 Analisis Proksimat

3.8.3.1 Kadar Air (AOAC 2012)

Analisis kadar air sampel *fruit leather* menggunakan metode gravimetri. Cawan aluminium dikeringkan dengan oven pada suhu 130°C selama 15 menit, kemudian didinginkan dalam desikator selama 10 menit. Sebelum digunakan, cawan yang sudah kering ditimbang dan ditambahkan sekitar 2,0 g sampel kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 130°C selama 5 jam. Cawan diangkat, didinginkan dalam desikator, dan ditimbang hingga beratnya konstan. Kadar air dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar air (\%bb)} = \left[\frac{a-(b-c)}{a} \right] \times 100\%$$

Keterangan :

a = bobot sampel awal (g)

b = bobot sampel dan cawan setelah dikeringkan (g)

c = bobot cawan kosong (g)

3.8.3.2 Kadar Abu (AOAC 2012)

Analisis kadar abu sampel *fruit leather* menggunakan metode gravimetri. Cawan porselin kosong dikeringkan dalam oven bersuhu 105°C selama 15 menit dan didinginkan dalam desikator. Cawan

porselin kering tersebut ditimbang dan dicatat bobotnya, kemudian ditambahkan sebanyak 3,0g sampel *fruit leather* ke dalam cawan tersebut dan dimasukkan dalam tanur listrik bersuhu 550°C sampai terjadi pengabuan sempurna. Setelah pengabuan selesai, cawan contoh didinginkan dalam desikator, dan ditimbang beberapa kali hingga diperoleh bobot tetap. Perhitungan kadar abu dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar abu (\%bb)} = \left[\frac{b}{a} \right] \times 100\%$$

$$\text{Kadar abu (\%bk)} = \frac{\text{kadar abu (\%bb)}}{(100 - \text{kadar air})} \times 100$$

Keterangan :

a = berat sampel dalam gram

b = berat abu dalam gram

3.8.3.3 Kadar Protein (AOAC 2012)

Analisis kadar protein *fruit leather* menggunakan metode Kjeldahl. Sebanyak 250 mg sampel dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl, kemudian ditambahkan sebanyak $1,9 \pm 0,1$ g K_2SO_4 , $40,0 \pm 10$ mg HgO , $2,0 \pm 0,1$ mL H_2SO_4 pekat, dan 2-3 butir batu didih. Sampel dipanaskan dengan kenaikan suhu secara bertahap sampai mendidih selama 1-1,5 jam, atau sampai diperoleh cairan jernih. Setelah didinginkan, isi labu dipindahkan ke dalam labu destilasi, dan dibilas menggunakan 1-2 mL air destilata sebanyak 5-6 kali. Air cucian dipindahkan ke labu destilasi kemudian ditambahkan dengan 8-10 mL larutan 60% NaOH - 5% $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Di tempat yang terpisah, 5 mL larutan H_3BO_3 dan 2-4 tetes indikator merah metil-biru metil dimasukkan ke dalam erlenmeyer., dan diletakkan di bawah kondensor dengan ujung kondensor terendam di bawah larutan H_3BO_3 . Proses destilasi dilakukan sampai diperoleh sekitar 15 mL destilat. Destilat yang diperoleh diencerkan sampai 50 mL dengan akuades, kemudian dititrasi dengan larutan HCl 0,02 N yang telah distandarisasi sampai terjadi perubahan warna menjadi abu-abu. Volume larutan HCl 0,02 N terstandar yang digunakan untuk titrasi dicatat. Dengan tahapan yang sama dilakukan untuk larutan blanko sehingga diperoleh volume larutan HCl 0,02N untuk blanko. Kadar protein dihitung berdasarkan kadar 33 nitrogen (%N). Kadar protein *fruit leather* dihitung dalam basis basah (bb) dan basis kering (bk) dengan menggunakan faktor koreksi 6,25 sebagai berikut:

$$\text{Kadar N (\%)} = \left[\frac{(\text{VA} - \text{VB}) \text{HCL} \times \text{N HCL} \times 14,007}{W} \right] \times 100$$

Keterangan :

VA = mL HCl untuk titrasi sampel

VB = mL HCl untuk titrasi blanko

N = normalitas HCl standar yang digunakan

W = berat sampel (g) Kadar protein dinyatakan dalam satuan g/100 g

$$\begin{aligned}\text{Kadar protein (\%bb)} &= \%N \times \text{faktor konversi (6,25)} \\ \text{Kadar protein (\%bk)} &= [\text{kadar protein (bb)} / (100 - \text{kadar air})] \times 100\end{aligned}$$

3.8.3.4 Kadar Lemak (AOAC 2012)

Lemak yang terdapat dalam sampel diekstrak dengan menggunakan pelarut non polar. Labu lemak yang akan digunakan dikeringkan dalam dioven selama 30 menit pada suhu 100-105°C, lalu didinginkan dalam desikator untuk menghilangkan uap air dan ditimbang (a). Sampel ditimbang sebanyak 2,0 g (b) kemudian dibungkus dengan kertas saring, ditutup dengan kapas bebas lemak dan dimasukkan ke dalam sokhlet yang telah dihubungkan dengan labu lemak. Sampel sebelumnya telah dioven dan diketahui bobotnya. Pelarut heksan dituangkan sampai sampel terendam dan dilakukan refluks selama 5 jam sampai pelarut lemak yang turun ke labu lemak berwarna jernih. Pelarut lemak yang telah digunakan, disuling, dan ditampung. Ekstrak lemak yang ada dalam labu lemak dikeringkan dalam oven bersuhu 100-105°C selama 1 jam. Labu lemak didinginkan dalam desikator dan ditimbang (c). Tahap pengeringan labu lemak diulangi sampai diperoleh bobot yang konstan. Penentuan kadar lemak dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Kadar lemak (\%)} = \left[\frac{c-a}{b} \right] \times 100\%$$

Keterangan :

a = berat labu alas bulat kosong (g)

b = berat sampel (g)

c = berat labu alas bulat dan lemak hasil ekstraksi (g)

3.8.3.5 Kadar Karbohidrat (*by different*)

Analisa karbohidrat dengan menggunakan metode *by different*. Analisis kadar karbohidrat dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\text{Kadar Karbohidrat (\%bb)} = 100 - (\% \text{air} + \% \text{abu} + \% \text{lemak} + \% \text{protein})$$

$$\text{Kadar karbohidrat (\%bk)} = \frac{\text{kadar karbohidrat (\%bb)}}{(100 - \text{kadar air})} \times 100$$

3.9 Analisis Total Fenol (Jung *et al.* 2006)

Analisis total fenol diukur menggunakan metode *Folin Ciocalteu*. Langkah pertama adalah pembuatan standar asam galat pada konsentrasi 20, 40, 80, 120, 160 dan 200 ppm. Larutan standar dan sampel dibuat dengan mencampurkan 1 mL larutan standar/ekstrak sampel, 0,5 mL Na₂CO₃ 15% (agar kondisi basa dan folin bekerja optimum), 250 µL pereaksi *Folin Ciocalteu*, selanjutnya larutan uji diaduk dengan vortex didiamkan selama 20 menit dalam ruang gelap, ditambahkan aquades hingga tera 10 mL, dan diukur nilai absorbansinya pada panjang gelombang 725 nm.

3.10 Analisis Antioksidan (Kubo *et al.* 2002)

Uji aktivitas antioksidan diukur menggunakan metode DPPH. Langkah pertama adalah pembuatan standar asam askorbat pada konsentrasi 10, 20, 40, 60, 80 dan 100 ppm. Prosedur pembuatan larutan standar dan larutan sampel, yaitu dengan memasukkan 1 mL larutan standar berbagai konsentrasi/ekstrak sampel dicampurkan dengan 4 mL larutan DPPH dan 5 mL aquades dan divortex. Setelah itu dimasukkan larutan standar atau sampel sebanyak 50 μ L dan divortex kembali. Langkah selanjutnya, larutan sampel maupun larutan standar diinkubasi pada suhu ruang di tempat gelap selama 20 menit, dan dilakukan pengukuran absorbansi dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 517 nm. Larutan blanko dibuat sesuai tahapan di atas, tetapi mengganti 1 mL larutan sampel dengan 1 mL metanol. Perhitungan aktivitas antioksidan dapat dinyatakan dalam % aktivitas antioksidan dan AEAC (*Ascorbic Equivalen Antioxidant Capacity*) dalam satuan mg/mL kurva standar. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Kapasitas antioksidan (\%)} = \left[\frac{\text{Absorbansi kontrol} - \text{Absorbansi sampel}}{\text{Absorbansi kontrol}} \right] \times 100$$

$$\text{AEAC} \left[\frac{\text{mg asam askorbat}}{\text{g sampel}} \right] = \frac{C \times V}{W} \times \text{FP}$$

Keterangan:

C = Konsentrasi sampel yang didapat dari kurva standar (mg/L)

FP = Faktor pengenceran

W = Berat sampel yang digunakan (mg)

3.11 Analisis Antihiperglikemik (Afandi 2011)

Analisis antihiperglikemik dilakukan melalui uji penghambatan aktivitas α -amilase. Salah satu pendekatan terapi untuk mengurangi hiperglikemia postprandial adalah memperlambat penyerapan glukosa melalui penghambatan aktivitas enzim yang menghidrolisis karbohidrat di saluran pencernaan, yaitu enzim α -amilase. Aktivitas penghambatan α -amilase diukur melalui metode inhibisi enzim α -amilase dan diukur serapannya menggunakan spektrofotometri UV-Vis dengan menggunakan pati sebagai substrat. Campuran reaksi diperoleh dengan melarutkan 250 μ L larutan sampel dan 250 μ L larutan enzim. Selanjutnya campuran reaksi diinkubasi di oven pada suhu 25 $^{\circ}$ C selama 10 menit, setelah itu ditambahkan sebanyak 250 μ L dan diinkubasi pada suhu 25 $^{\circ}$ C selama 10 menit. Pereaksi warna ditambahkan sebanyak 500 μ L larutan substrat dan diinkubasi kembali selama 5 menit pada air mendidih. Selanjutnya ditambahkan aquades sebanyak 5000 μ L dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 540 nm. Komposisi larutan uji pada analisis inhibisi α -amilase disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Jumlah larutan pada analisis inhibisi α -amilase

Larutan	Blanko	Kontrol (+)	Kontrol (-)	Sampel
Sampel	-	-	250 μ L	250 μ L
Buffer B	500 μ L	250 μ L	250 μ L	-
Enzim	-	250 μ L	-	250 μ L
Pati	250 μ L	250 μ L	250 μ L	250 μ L
Reagen warna	500 μ L	500 μ L	500 μ L	500 μ L
Aquades	5000 μ L	5000 μ L	5000 μ L	5000 μ L

Sumber: Afandi (2011)

Adanya aktivitas α -amilase dapat diketahui dari nilai % penghambatan yang dihitung melalui persamaan :

$$\text{Penghambatan (\%)} = \left[\frac{A1 - A2}{A1} \right] \times 100$$

Keterangan:

A1 = Absorbansi kontrol (+) – absorbansi blanko

A2 = Absorbansi sampel – absorbansi kontrol (-)

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Karakteristik Enkapsulat Ekstak Kulit Manggis

Pembuatan enkapsulat berbasis nanopartikel ekstrak kulit manggis merujuk pada hasil penelitian Ningsih *et al.* (2017). Enkapsulasi berbasis nanopartikel menggunakan larutan kitosan mampu meningkatkan luas permukaan partikel dan permeabilitasnya, sehingga sangat potensial dimanfaatkan dalam aplikasi penghantar terkontrol senyawa aktif (Li dan Qingrong 2012). Selain itu, memperluas permukaan senyawa sehingga meningkatkan kelarutannya, dan melindungi dari interaksi dengan senyawa lain apabila diaplikasikan dalam bahan pangan (Ahmed *et al.* 2012). Pada penelitian ini, pembuatan nanopartikel menggunakan metode gelasi ionik, yaitu adanya interaksi antara kation dengan polianion khusus. Ekstrak etanol kulit buah manggis dapat bermuatan negatif dalam air karena adanya gugus hidroksil dari senyawa polifenol, dan membentuk interaksi ionik dengan gugus bermuatan positif dari gugus amin kitosan dalam pH asam.

Menurut Antasionasti *et al.* (2020), untuk menstabilkan nanopolimer yang terbentuk melalui interaksi antara muatan positif kitosan yang ada di permukaan kompleks kitosan-ekstrak kulit manggis dibutuhkan penambahan polianion sebagai *crosslinking agent*. STPP merupakan polianion dapat membentuk ion hidroksil dan ion tripolifosfat sehingga antara ion tripolifosfat dan gugus amin dari kitosan membentuk reaksi sambung silang (*cross linker*) secara ionik. Semakin banyak reaksi sambung silang yang terbentuk, semakin banyak pula molekul nanopartikel senyawa aktif yang terbentuk.

Pada nanopartikel yang telah dienkapsulasi oleh bahan penyalut maltodekstrin dan Na-kaseinat dilakukan pengukuran nilai sifat fungsional untuk mengetahui terjadinya perubahan sifat fungsional selama proses *spray drying*. Berdasarkan hasil pengukuran karakteristik fisik dan sifat fungsional yang dilakukan oleh Ningsih *et al.* (2017), terjadi peningkatan ukuran partikel setelah enkapsulasi dari ukuran sebelum enkapsulasi menggunakan PSA (*Particle Size Analyzer*), yaitu sebesar 285,20 nm menjadi 533,20 nm dengan indeks polidispersitas dan nilai zeta potensial adalah $0,46 \pm 0,019$ dan $33,40 \pm 0,732$. Ukuran nanopartikel harus di bawah 1 mikron (1000 nm), tetapi partikel yang memiliki ukuran lebih kecil dari 500 nm memiliki karakteristik yang lebih baik (Buzea *et al.* 2007). Pengukuran indeks polidispersitas dilakukan untuk menunjukkan keseragaman ukuran partikel, yaitu nilai indeks polidispersitas yang mendekati 0 menunjukkan ukuran partikel yang homogen, sedangkan nilai polidispersitas lebih besar dari 0,5 menunjukkan heterogenitas yang tinggi (Avadi *et al.* 2010). Selanjutnya, nilai zeta potensial menunjukkan stabilitas partikel yang perlu diperhatikan karena dapat mempengaruhi kestabilan partikel dalam larutan. Menurut Mardiyanti *et al.* (2012), suatu partikel dinyatakan stabil dalam suspensi untuk mencegah agregasi jika nilai zeta potensial lebih besar dari 30mV.

Hasil uji sifat fungsional enkapsulat ekstrak kulit buah manggis, menunjukkan peningkatan dari sifat fungsional nanopartikel ekstrak kulit manggis, yaitu total fenol 2,7 mg GAE/g menjadi 2,9 mg GAE/g dan aktivitas antioksidan sebesar 1,5 mg AEAC menjadi 2,8 mg AEAC/g. Peningkatan ukuran partikel dapat disebabkan karena partikel yang terukur merupakan gabungan antara ukuran nanopartikel dan

ukuran partikel bahan penyalut yang terurai dalam larutan, sehingga ukuran partikel yang dihasilkan menjadi lebih besar.

Bahan penyalut yang digunakan pada enkapsulasi adalah maltodekstrin. Maltodekstrin mudah larut dalam air, memiliki rasa dan aroma yang netral, viskositas rendah pada konsentrasi tinggi, dan memiliki perlindungan yang baik terhadap oksidasi bahan inti. Pada penelitian ini, tujuan dari penggunaan kombinasi penyalut adalah untuk memperoleh nanopartikel yang lebih optimal sebagai sistem penghantar senyawa aktif terkontrol. Na-kaseinat dapat digunakan sebagai bahan penyalut golongan protein karena memiliki sifat pembentuk gel dan bahan enkapsulasi senyawa aktif baik yang bersifat hidrofilik maupun lipofilik, mampu melindungi senyawa aktif yang sensitif terhadap kondisi saluran pencernaan, dan dapat menjadi penghantar senyawa aktif secara terkontrol.

Spray drying merupakan operasi proses yang berkelanjutan yang terdiri dari beberapa tahap, mulai dari preparasi, homogenisasi, atomisasi, dan dehidrasi partikel hasil atomisasi. Tujuan homogenisasi dalam proses enkapsulasi adalah untuk menyeragamkan dan mengecilkan ukuran partikel. Menurut Santoso *et al.* (2020), proses homogenisasi dengan kecepatan tinggi dapat menurunkan tegangan permukaan larutan dan mengubah ukuran partikel droplet menjadi lebih kecil sehingga akan memperluas permukaan partikel. Selain itu, semakin cepat proses homogenisasi maka semakin meningkat kestabilan serbuk enkapsulat yang dihasilkan dan kadar air semakin menurun akibat viskositas yang semakin tinggi (Da Silva-Buzanello *et al.* 2016). Adapun hasil karakteristik analisis proksimat dan fungsional enkapsulat pada penelitian ini dapat disimak pada Tabel 3.

Tabel 3 Karakteristik enkapsulat ekstrak kulit manggis

Jenis Analisis	Metode	Rata-rata
Proksimat (% bk)		
Air (% bb)	Gravimetri	7,94 ± 0,009
Abu	Gravimetri	2,65 ± 0,026
Lemak	Soxhlet	2,37 ± 0,265
Protein	Kjedahl	6,39 ± 0,106
Karbohidrat	<i>By Different</i>	88,84 ± 0,395
Total Fenol (mg GAE/g)	Folin-Ciocalteu, Spektrofotomertri UV-Vis	2,17 ± 0,098
Aktivitas antioksidan		
Nilai inhibisi (%) AEAC	DPPH, Spektrofotomertri UV-Vis	89,88 ± 0,755 0,59 ± 0,001
Aktivitas Antihiperglikemik (%)	Inhibisi α -amilase Spektrofotomertri UV-Vis	80,85 ± 3,151

Keterangan: Data merupakan nilai rata-rata ± SD (n=2)

Hasil uji proksimat (Tabel 3) menunjukkan bahwa kadar air enkapsulat ekstrak kulit manggis sebesar 7,94%, abu 2,65%, lemak 2,37%, protein 6,39%, dan karbohidrat *by different* 88,84%. Secara keseluruhan jika dibandingkan dengan kandungan gizi ekstrak kulit manggis yang dilakukan pada penelitian Fitriyani (2014), yaitu kadar air 14.61%, abu 0,57%, lemak 0,32%, protein 0,42%, dan

karbohidrat *by different* 84,08%, enkapsulat ekstrak kulit manggis memiliki kandungan gizi yang lebih tinggi dari ekstrak kulit manggis. Hal ini diduga karena adanya penambahan bahan pengisi saat sintesis nanopartikel dan enkapsulasi, yaitu kitosan, STPP, maltodekstrin, dan Na-kaseinat.

Kitosan merupakan senyawa turunan dari hasil deasetilasi kitin yang banyak terkandung dalam hewan laut, seperti kepiting dan udang yang saling berikatan dengan protein dan mineral, mengandung banyak gugus amino dalam rantai panjangnya, bersifat *biocompatible*, *biodegradable*, *biofunctional*, dan tidak toksik sehingga banyak digunakan di bidang pangan dan kesehatan (Thariq *et al.* 2016). STPP memiliki kemampuan mengikat zat gizi yang terlarut dalam larutan garam seperti protein, vitamin, dan mineral (Nugraha *et al.* 2016). Maltodekstrin merupakan produk turunan pati hasil proses hidrolisis parsial oleh enzim α -amilase yang bila dipanaskan dapat bercampur dengan air membentuk koloid, tidak berbau, tidak berwarna, dan memiliki kemampuan sebagai perekat (Jufri *et al.* 2012), sedangkan Na-kaseinat merupakan bahan tambahan pangan dengan kandungan protein 65% dan diperoleh melalui pelarutan kasein dalam natrium hidroksida yang sering digunakan sebagai bahan pengikat, pengembang, dan pengemulsi (Santoso dan Estiasih 2014).

Kadar air merupakan salah satu parameter kualitas produk kering nanoenkapsulasi yang berhubungan dengan daya tahan dan daya simpan produk. Kadar air yang rendah pada produk enkapsulat memiliki daya tahan lebih tinggi terhadap kerusakan mikrobiologis dibandingkan produk yang memiliki kadar air yang lebih tinggi. Maltodekstrin memiliki sifat higroskopis yang rendah sehingga tidak mudah menyerap air, sehingga penggunaannya pada proses enkapsulasi menghasilkan kadar air enkapsulat yang rendah (Hasna *et al.* 2018). Kombinasi penyalut kitosan dan STPP pada sintesis nanopartikel dan kombinasi maltodekstrin dan Na-kaseinat pada proses enkapsulasi disamping mampu memperbaiki sifat fisik dan fungsional ekstrak kulit manggis (Ningsih *et al.* 2017), juga mampu meningkatkan kadar abu, lemak, protein, dan karbohidrat enkapsulat ekstrak kulit manggis.

Pengujian sifat fungsional yang diukur meliputi total fenol, aktivitas antioksidan, dan aktivitas antihiperlipidemia untuk mengetahui potensi sifat fungsional enkapsulat ekstrak kulit manggis sebelum diaplikasikan ke dalam produk pangan. Nilai total fenol merupakan parameter yang menunjukkan seberapa banyak senyawa fenolik dalam suatu sampel. Senyawa fenolik dapat berfungsi sebagai antioksidan karena mempunyai gugus hidroksil fenolik yang dapat mereduksi senyawa radikal. Nilai aktivitas antioksidan merupakan parameter yang menunjukkan kemampuan suatu senyawa antioksidan dalam menghambat reaksi oksidasi senyawa radikal bebas. Nilai total fenol dihitung berdasarkan jumlah asam galat sebagai standar, sedangkan nilai aktivitas antioksidan dihitung berdasarkan jumlah asam askorbat sebagai standar. Nilai aktivitas antihiperlipidemia menunjukkan seberapa besar kemampuan senyawa dalam menghambat aktivitas enzim pemecah karbohidrat kompleks sehingga mencegah terjadinya hiperlipidemia. Nilai aktivitas antihiperlipidemia dihitung berdasarkan kemampuan senyawa dalam menghambat aktivitas enzim α -amilase yang dibandingkan dengan kemampuan akarbosa sebagai standar.

Hasil analisis sifat fungsional enkapsulat ekstrak kulit manggis menunjukkan kadar total fenol sebesar $2,17 \pm 0,098$ mg GAE/g, kapasitas antioksidan sebesar

89,88 ± 0,755% dan aktivitas antioksidan sebesar 0,59 ± 0,001 mg AEAC/g. Menurut Dewandari *et al.* (2013). Kadar total fenol yang diperoleh melalui metode ekstraksi refluks lebih tinggi dibandingkan metode maserasi karena dengan refluks (pemanasan) pelarut etanol mampu melarutkan senyawa aktif yang tidak terekstrak pada metode maserasi.

Faktor lain yang mempengaruhi total fenol dan aktivitas antioksidan enkapsulat ekstrak kulit manggis, yaitu adanya penambahan bahan penyalut maltodekstrin dan Na-kaseinat. Maltodekstrin memiliki sifat ketahanan oksidasi yang tinggi dan dapat menurunkan viskositas nanopartikel dan dikombinasikan dengan Na-kaseinat yang memiliki sifat pengemulsi yang baik yang menyebabkan senyawa fenol dan antioksidan dalam enkapsulat dapat terbungkus dengan baik. Hal ini dibuktikan dari adanya peningkatan nilai total fenol dan aktivitas antioksidan yang terukur yang telah dijelaskan sebelumnya. Disamping itu, kecepatan homogenisasi akan meningkatkan aktivitas antioksidan karena semakin cepat homogenisasi, maka viskositas akan meningkat dan nanopartikel yang terbentuk semakin stabil. Menurut Kailaku *et al.* (2012), stabilnya nanopartikel akan menyebabkan nanopartikel tidak cepat berpisah sehingga senyawa fenolik dan antioksidan masih tersalut dengan baik.

Hasil analisis aktivitas antihiperglikemik enkapsulat ekstrak kulit manggis menyatakan bahwa enkapsulat memiliki potensi sebagai inhibitor enzim α -amilase karena mampu menghambat enzim tersebut sebesar 80,85 ± 3,151%. Hasil analisis ini mendukung hasil penelitian Kumar *et al.* (2016) yang melaporkan bahwa senyawa α - mangostin dan γ -mangostin dapat menurunkan kadar glukosa darah pada tikus sehingga mengindikasikan adanya aktivitas penghambatan terhadap enzim α -amilase. Menurut Gaspersz *et al.* (2019), penggunaan inhibitor dari bahan alam sebagai obat antidiabetes dapat dijadikan solusi alternatif untuk pengobatan penderita diabetes mellitus karena tidak memiliki efek samping jika dibandingkan dengan berbagai jenis obat komersil di pasaran saat ini.

Metode ekstraksi dan enkapsulasi berbasis nanopartikel selain berpengaruh terhadap nilai total fenol dan aktivitas antioksidan, juga mempengaruhi aktivitas antihiperglikemik yang dihasilkan karena berkaitan dengan senyawa fenol yang dapat diekstrak dan dilindungi dalam proses *spray drying*. α , β , dan γ -mangostin merupakan senyawa mayor turunan golongan xanton yang termasuk dalam kelompok senyawa fenolik merupakan antioksidan terbesar yang terkandung pada kulit buah manggis (Maligan *et al.* 2019) dan merupakan inhibitor α -amilase yang mampu berinteraksi membentuk kompleks yang stabil terhadap sisi katalitik enzim α -amilase (Gaspersz *et al.* 2019).

4.2. Karakteristik Sensori *Fruit Leather*.

Formulasi *fruit leather* terdiri dari tiga formula dengan konsentrasi berdasarkan jumlah komposisi penambahan enkapsulat ekstrak kulit manggis. Ketiga formula tersebut dilakukan uji organoleptik disajikan pada Tabel 4.

Penerimaan konsumen terhadap suatu produk sangat ditentukan oleh warna, aroma, rasa, dan tekstur. Warna berperan penting sebagai atribut mutu yang paling menarik perhatian konsumen karena dapat memberikan kesan bahwa makanan tersebut akan diterima dan disukai atau tidak. Warna *fruit leather* manggis yang dihasilkan merah kecoklatan. Warna bahan baku daging buah manggis dalam pembuatan *fruit leather* ini adalah putih ke merah-merahan. Warna kemerahan

terbentuk akibat kontak langsung dengan bagian kulit buah manggis yang sepenuhnya tidak dapat dihilangkan saat proses pemisahan antara daging buah dan kulit buah, sedangkan warna kecoklatan dapat dihasilkan akibat reaksi pencoklatan non enzimatis. Menurut Marta (2007), reaksi pencoklatan non enzimatis yang paling sering terjadi pada pangan yang dikeringkan adalah reaksi Maillard, yaitu reaksi kondensasi antara grup aldehid dari gula dengan gugus amino membentuk melanoidin.

Tabel 4 Hasil uji rating hedonik formulasi *fruit leather* buah manggis

Parameter	Formula		
	F1	F2	F3
Warna	3,83±0,865 ^a	3,79±0,978 ^a	3,84±0,888 ^a
Aroma	3,61±0,867 ^a	3,82±0,870 ^a	3,75±0,810 ^a
Rasa	3,79±0,878 ^a	4,01±0,828 ^a	3,84±0,951 ^a
Tekstur	3,31±1,071 ^a	4,02±0,889 ^b	3,53±1,098 ^a
Keseluruhan	3,57±0,936 ^a	4,05±0,861 ^b	3,82±0,896 ^{ab}

Keterangan : Nilai = rerata ± SD (n=87), F1= *fruit leather* dengan 0,5 % enkapsulat, F2= *fruit leather* dengan 1,0 % enkapsulat, F3= *fruit leather* dengan 1,5 % enkapsulat.

a,b,c= hasil uji beda berdasarkan uji *Duncan*, huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$)

Kriteria hedonik : 1 (sangat tidak suka), 2 (tidak suka), 3 (netral), 4 (suka), 5 (sangat suka)

Penambahan enkapsulat ekstrak kulit manggis dengan 3 konsentrasi yang berbeda tidak memberikan perbedaan nyata ($p > 0,05$) terhadap parameter warna *fruit leather*. Warna ekstrak kulit buah manggis sepenuhnya terlindungi oleh proses enkapsulasi sehingga ketika diaplikasikan, tidak memberikan pengaruh warna terhadap *fruit leather*. Enkapsulat ekstrak kulit manggis yang dihasilkan berwarna putih bersih sehingga penambahan 0,5-1,5% tidak menyebabkan perbedaan warna yang nyata pada *fruit leather*. Penambahan asam sitrat juga mempengaruhi warna *fruit leather* karena selain berfungsi sebagai pengatur keasaman, asam sitrat berfungsi menjaga warna produk. Berdasarkan penelitian Song *et al.* (2018), penggunaan asam sitrat efektif melindungi produk dari kerusakan warna dibanding asam tartarat, asam malat, asam format, dan asam asetat pada penyimpanan produk selama 10 hari.

Aroma adalah respon yang muncul ketika senyawa volatil dari makanan masuk ke dalam rongga hidung dan dirasakan oleh sistem olfaktori (Tarwendah 2007). *Fruit leather* manggis mempunyai aroma yang tidak terlalu kuat jika dibandingkan dengan daging buah segarnya. Proses pemanasan dan pengolahan dapat menyebabkan berkurangnya aroma *fruit leather* karena terbentuk aroma baru akibat degradasi gula dalam medium asam dan menghasilkan senyawa 2-furancarboxaldehyde yang menyebabkan lemahnya aroma alami dari pangan tersebut (Marta 2007). Perbedaan konsentrasi enkapsulat memberikan hasil yang tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) terhadap atribut aroma. Selain tidak berwarna, enkapsulat kulit manggis juga tidak memiliki aroma, sehingga perbedaan konsentrasi enkapsulat yang ditambahkan juga tidak berpengaruh terhadap aroma *fruit leather*. Perbedaan aroma yang tidak mencolok ini menyebabkan kesukaan

panelis tidak hanya terhadap aroma, tetapi juga terhadap rasa *fruit leather* tidak berbeda nyata antara perlakuan yang satu dengan yang lainnya.

Beberapa faktor yang mempengaruhi atribut rasa produk pangan, antara lain suhu, jenis senyawa kimia, konsentrasi, dan interaksi dengan komponen rasa yang lain. Berdasarkan hasil uji Duncan, perlakuan konsentrasi penambahan enkapsulat ekstrak kulit manggis pada atribut rasa tidak berbeda nyata ($p>0.05$) antara ketiga formula. Ekstrak kulit manggis memiliki kelemahan diantaranya memiliki rasa yang pahit/sepat yang berasal dari xanton, sejenis tanin yang terdapat dalam kulit buah manggis (Pratama *et al.* 2015). Atribut rasa produk yang tidak disukai oleh sebagian panelis dapat diatasi dengan penggunaan teknologi enkapsulasi berbasis nanopartikel ekstrak kulit manggis sehingga pengaplikasiannya dalam produk pangan disamping memberikan nilai fungsional, juga tidak mempengaruhi nilai sensori dari produk pangan tersebut (Ningsih *et al.* 2017).

Menurut Afandi (2014), penurunan intensitas rasa pahit pada minuman mikroenkapsulasi dan minuman nanoenkapsulasi dipengaruhi oleh proses enkapsulasi karena senyawa aktif yang biasanya bersifat pahit terbungkus oleh enkapsulan, sehingga tidak terjadi kontak langsung dengan reseptor indera perasa di lidah, dan dapat menekan rasa pahit yang dihasilkan. Secara umum *fruit leather* memiliki rasa dengan perpaduan antara manis dan asam. Rasa manis berasal dari daging buah manggis itu sendiri karena tidak ada penambahan pemanis pada formula *fruit leather* dan rasa asam berasal dari kandungan asam organik buah manggis dan penambahan asam sitrat 0.2% (b/b). Rasa asam ini memberikan kesan yang menyegarkan dan menyeimbangkan rasa manis pada produk *fruit leather*. Atribut rasa *fruit leather* tidak berbeda nyata antara formula yang ditambahkan enkapsulat sebanyak 0,5%, 1,0%, dan 1,5% (%b/b).

Menurut Midayanto dan Yuwono (2014), tekstur merupakan perpaduan beberapa sifat fisik yang meliputi bentuk, jumlah, ukuran, dan unsur-unsur pembentukan bahan yang dapat dirasakan oleh indera perasa dan peraba. Tekstur *fruit leather* formula 2 (enkapsulat 1,0%) memperlihatkan perbedaan nyata terhadap formula 1 (enkapsulat 0,5%) dan 3 (enkapsulat 1,5%), tetapi formula 1 dan formula 3 tidak berbeda nyata tingkat kesukaan panelis terhadap parameter tekstur. Hal ini diduga karena pada formula 1, tekstur yang dihasilkan kurang plastis dan tingkat kelengketan yang tinggi sedangkan pada formula 3 tekstur yang dihasilkan terlalu plastis sehingga sulit dikunyah. Formula F2 memiliki tingkat plastisitas dan kelengketan yang sedang, sehingga lebih disukai oleh panelis. Hal ini sejalan dengan hasil uji tekstur menggunakan *texture analyzer*, dimana rata-rata tekstur F2 berada diantara tekstur F1 dan F3. Rata-rata tekstur dari rendah ke tinggi berturut-turut, yaitu F1, F2, dan F3. Semakin tinggi nilai tekstur tingkat kekerasan dan plastisitas *fruit leather* semakin tinggi sehingga menghasilkan *fruit leather* yang keras dan sulit dikunyah. Adanya kandungan maltodekstrin pada penyalut enkapsulat ekstrak kulit manggis memperbaiki kualitas dan meningkatkan stabilitas produk yang dikeringkan dengan mengurangi kelengketan produk karena mampu menyerap air dengan membentuk pelindung kelembaban pada permukaan higroskopis. Penambahan maltodekstrin dapat menurunkan higroskopis produk dan memberikan efek yang cukup besar terhadap kenaikan nilai tekstur (Valenzuela dan Aguilera 2015).

Uji hedonik terhadap *fruit leather* atribut overall (keseluruhan) memberikan skor rata-rata berkisar 3,57-4,05, yaitu panelis memberikan kesan netral hingga

suka. Adanya perbedaan tingkat kesukaan panelis terhadap *fruit leather* tergantung dari kesan yang bersifat subyektif dari panelis, walaupun demikian berdasarkan keseluruhan parameter sensori produk *fruit leather* dengan penambahan enkapsulat ekstrak kulit manggis dapat diterima oleh panelis.

4.3 Fisikokimia *Fruit Leather*

Pengujian fisikokimia terdiri dari tekstur, aktivitas air (a_w), pH, dan proksimat 3 formula *fruit leather*, yaitu F1 (0,5% enkapsulat), F2 (1,0% enkapsulat), dan F3 (1,5% enkapsulat).

4.2.1 Uji Tekstur, Aktivitas Air (A_w), dan Tingkat Keasaman (pH)

Analisa tekstur diukur dari tingkat kekerasan *fruit leather* (satuan gf) yang menggambarkan daya tahan bahan pangan untuk pecah akibat adanya gaya tekan yang diberikan. Analisis tekstur diukur menggunakan *texture analyzer*, sedangkan untuk analisis aktivitas air dan derajat keasaman menggunakan a_w meter dan pH meter. Pada Tabel 5 dapat disimak hasil analisis ketiga formula uji.

Tabel 5 Nilai tekstur, a_w dan pH *fruit leather*

Karakteristik	F1	F2	F3
Tekstur (gf)	243,1 \pm 18,27 ^a	270,5 \pm 29,61 ^a	331,6 \pm 4,45 ^b
A_w	0,570 \pm 0,0017 ^c	0,562 \pm 0,0012 ^b	0,540 \pm 0,0032 ^a
pH	3,39 \pm 0,006 ^a	3,39 \pm 0,000 ^a	3,40 \pm 0,012 ^a

Keterangan : Nilai = rerata \pm SD (n=3), F1= *fruit leather* dengan 0,5 % enkapsulat, F2= *fruit leather* dengan 1,0 % enkapsulat, F3= *fruit leather* dengan 1,5 % enkapsulat.

a,b,c= hasil uji beda berdasarkan uji Duncan, huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$)

Berdasarkan hasil uji tekstur, formula F1 dan F2 berbeda nyata dengan F3, akan tetapi antara F1 dan F2 tidak berbeda nyata. Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh kadar air, yaitu semakin rendah kadar air, tekstur produk semakin keras dan dengan penambahan enkapsulat ekstrak kulit manggis akan meningkatkan kekerasan *fruit leather*. Hal ini diduga karena enkapsulat ekstrak kulit manggis mampu menyerap air dan membentuk gel, sehingga *fruit leather* yang dihasilkan semakin padat, kompak, dan plastis. Selain itu, penambahan gum arab sebagai *gelling agent* mempengaruhi tekstur *fruit leather*, yaitu produk semakin plastis dan sulit dikunyah.

Gum arab sangat baik dalam mengikat air, karena gum arab adalah hidrokoloid. Gugus amino dan karboksil di rantai sisi polar pada rantai peptida gum arab memiliki beberapa gugus yang mengandung atom N dan O yang tidak memiliki pasangan. Atom N yang bermuatan negatif menarik atom H yang bermuatan positif pada air. Molekul air saling berikatan karena atom O memiliki elektron yang tidak berpasangan. Pembentukan gel terjadi karena molekul protein saling berinteraksi karena adanya ikatan hidrogen dan perubahan gugus sulfhidril dan disulfida yang membentuk jaringan tiga dimensi sehingga tekstur protein menjadi kompak dan memerangkap air (Al-Juhaimi *et al.* 2012). Tekstur *fruit leather* juga dipengaruhi oleh kadar air dan

a_w . Kadar air dan a_w yang tinggi memberikan tekstur yang lebih kenyal, sebaliknya jika kadar air dan a_w rendah akan memberikan tekstur yang lebih keras (Ayu *et al.* 2021).

Hasil uji aktivitas air, menunjukkan adanya perbedaan nyata pada ketiga formula. Aktivitas air yang semakin kecil dipengaruhi oleh kadar air pada *fruit leather*. Semakin rendah kadar air, kandungan air bebas yang terkandung pada bahan pangan semakin rendah. Enkapsulat ekstrak kulit manggis dapat mengikat air sehingga kandungan air bebas pada *fruit leather* semakin menurun. Maltodekstrin yang terdapat dalam enkapsulat ekstrak kulit manggis memiliki berat molekul yang rendah, struktur molekul yang sederhana, dan membentuk ikatan yang kurang kuat dengan molekul air. Pada proses pengeringan berlangsung, tidak membutuhkan energi penguapan yang besar, sehingga molekul air lebih mudah diuapkan (Marpaung *et al.* 2021). Aktivitas air berkaitan dengan daya tahan suatu produk terhadap kerusakan selama penyimpanan. Mikroorganisme hidup pada rentang a_w yang berbeda-beda, antara lain bakteri hidup pada a_w lebih besar dari 0,9, khamir pada rentang 0,8-0,9 dan kapang pada rentang 0,6-0,7. Berdasarkan hasil uji aktivitas air ketiga formula di atas, *fruit leather* memiliki a_w pada kisaran 0,54-0,57 sehingga dapat disimpulkan bahwa produk *fruit leather* tersebut memiliki umur simpan lebih lama bila dibandingkan dengan produk dengan nilai a_w lebih tinggi.

Hasil uji nilai pH, ketiga formula menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata, yaitu pada kisaran nilai pH *fruit leather* 3,39 – 4,00. Hal ini menyatakan bahwa produk *fruit leather* bersifat asam, karena kandungan asam organik pada buah manggis dan penambahan asam sitrat yang dapat menurunkan nilai pH *fruit leather* buah manggis ini. Konsentrasi asam sitrat yang digunakan pada produk *fruit leather* berkisar 0,2-0,3 (%b/b) tergantung jenis buah-buahan yang digunakan (Kwartiningsih dan Mulyati 2005), dalam penelitian ini ditambahkan asam sitrat 0,2%. Asam sitrat merupakan asidulan yang populer digunakan sebagai penambah nutrisi (*nutrient enhancer*), bahan pengawet yang alami, dan sebagai *flavor enhancer* pada makanan dan minuman ringan. Menurut Sidi *et al.* (2014), asam sitrat menghambat reaksi pencoklatan enzimatis karena menurunkan nilai pH (pH 3,0-4,7) produk pangan, mempertahankan rasa manis, menurunkan resiko *aftertaste* yang tidak diinginkan, dan memperpanjang umur simpan produk.

Berdasarkan ketiga parameter di atas, dapat ditarik kesimpulan bahwa formula 3 (F3) memberikan nilai rata-rata tertinggi dibanding formula 1 (F1) dan formula 2 (F2). Tekstur *fruit leather* yang dihasilkan berkaitan erat dengan aktivitas air, dimana aktivitas air yang tinggi memberikan tekstur yang lebih kenyal dan lengket, sebaliknya jika aktivitas air rendah akan memberikan tekstur yang lebih keras. Aktivitas air yang dihasilkan pada penelitian ini memberikan dampak positif terhadap mutu *fruit leather* karena aktivitas air yang dihasilkan memenuhi syarat mutu produk olahan buah-buahan kering oleh SNI berdasarkan penelitian Marta (2007), yaitu aktivitas air lebih kecil dari 0,7. Aktivitas air dan pH rendah memberikan dampak positif terhadap produk karena dapat memperpanjang masa simpan produk.

4.2.2 Karakteristik Kimia

Karakteristik kimia (Tabel 6) terdiri dari dari pengujian kadar air, abu, lemak, protein, dan kadar karbohidrat formula kontrol (F0, tanpa penambahan enkapsulat) sebagai pembandingan terhadap penambahan enkapsulat 0,5% (F1), 1,0% (F2), dan 1,5% (F3).

Tabel 6 Data proksimat *fruit leather*

Proksimat (%bk)	F0	F1	F2	F3
Air (%bb)	12,97±0,016 ^d	12,64±0,049 ^c	12,15±0,064 ^b	11,57±0,022 ^a
Abu	4,31±0,124 ^a	4,66±0,032 ^b	4,95±0,034 ^c	5,27±0,012 ^d
Lemak	0,04±0,011 ^a	0,14±0,025 ^b	1,62±0,007 ^c	2,01±0,121 ^d
Protein	2,20±0,062 ^a	3,55±0,103 ^b	4,13±0,239 ^c	4,73±0,569 ^d
KH	93,45±0,052 ^d	91,65±0,045 ^c	89,30±0,212 ^b	87,99±0,436 ^a

Keterangan : Nilai = rerata ± SD (n=2), F0= kontrol tanpa penambahan enkapsulat, F1= *fruit leather* dengan 0,5 % enkapsulat, F2= *fruit leather* dengan 1,0 % enkapsulat, F3= *fruit leather* dengan 1,5 % enkapsulat.

a,b,c= hasil uji beda berdasarkan uji Duncan, huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$)

Hasil analisis menyatakan *fruit leather* memiliki kadar air yang berbeda nyata antar formula pada nilai $p < 0,05$ yang secara rinci dinyatakan sebagai berikut: pada formula F0 sebesar 12,97%, F1 sebesar 12,64%, F2 sebesar 12,15%, dan F3 sebesar 11,57%. Semakin tinggi konsentrasi enkapsulat pada formula *fruit leather*, kadar air yang dihasilkan semakin rendah. *Fruit leather* sendiri belum memiliki persyaratan mutu SNI, sehingga mengacu pada SNI No. 1718-83 tentang standar mutu manisan kering buah-buahan, yaitu kadar air maksimal *fruit leather* sebesar 25% (Herlina *et al.* 2020). Dengan demikian, kadar air pada *fruit leather* buah manggis telah memenuhi syarat mutu buah-buahan kering.

Kandungan maltodekstrin pada enkapsulat ekstrak kulit manggis dapat menurunkan kadar air *fruit leather*, karena mampu menyerap air dan jumlah air yang diuapkan semakin tinggi pula. Selain itu maltodekstrin dapat meningkatkan total padatan bahan pangan yang dikeringkan sehingga meningkatkan kecepatan penguapan yang menyebabkan kadar air pada bahan pangan semakin rendah. Ikatan hidrogen yang terbentuk antara maltodekstrin dan molekul air menyebabkan terjadi pengkristalan ketika air dihilangkan, karena gugus hidroksil saling berikatan dan membentuk ikatan hidrogen (Affandy dan Widjanarko 2018). Oleh karena itu, semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin, semakin cepat terjadi pengkristalan dan penguapan air yang menyebabkan kadar air pada bahan pangan akan semakin rendah.

Hasil analisis kadar abu, lemak, dan protein menyatakan bahwa pada formula F0 berbeda nyata dengan kadar abu pada formula F1, F2, dan F3. Hal ini disebabkan pada formula F0 tidak ada penambahan enkapsulat, sedangkan ketiga formula lainnya mengalami penambahan enkapsulat. Berdasarkan penelitian Ningsih (2017) nilai kadar abu, lemak, dan protein bubuk kulit manggis sebesar 4,23 (%bk); 9,40 (%bk); dan 2,83 (%bk) sehingga dengan

adanya penambahan enkapsulat ekstrak kulit manggis akan meningkatkan kadar abu, lemak, dan protein produk *fruit leather*.

Peningkatan kadar abu, lemak, dan protein disebabkan oleh kandungan bahan pengisi berupa maltodekstrin, Na-kaseinat, STPP, dan kitosan yang terkandung dalam enkapsulat ekstrak kulit manggis. Menurut Sofiati *et al.* (2020), penambahan bahan pendukung atau bahan pengisi dapat mempengaruhi kadar abu, lemak, dan protein pada produk pangan yang dihasilkan. Menurut Concha-Meyer *et al.* (2016), kadar abu, lemak, dan protein *fruit leather* strawberry, yaitu 2,2 (%bk); 0,9 (%bk); dan 3,1 (%bk) dan *fruit leather* kiwi, yaitu sebesar 2,6 (%bk); 2,1(%bk); dan 2,8(%bk). Nilai kadar abu, lemak, dan protein tersebut masih di bawah kadar abu, lemak, dan protein *fruit leather* manggis karena pada *fruit leather* strawberry dan kiwi tidak ada penambahan ingredien seperti pada *fruit leather* manggis pada penelitian ini.

Kadar karbohidrat *fruit leather* berbeda nyata ($p < 0,05$) antar formula yang secara rinci dinyatakan sebagai berikut: pada F0 sebesar 93,45%, F1 sebesar 91,65%, F2 sebesar 89,30%, dan F3 sebesar 87,99%. Kadar karbohidrat mengalami penurunan seiring penambahan enkapsulat ekstrak kulit manggis. Berkurangnya kadar karbohidrat pada *fruit leather* dipengaruhi oleh kandungan zat gizi lain (abu, protein, dan lemak). Menurut Sofiati *et al.* (2020), semakin rendah kandungan gizi lain pada pangan, kandungan karbohidratnya semakin tinggi. Sebaliknya, semakin tinggi kandungan gizi lain pada pangan maka kandungan karbohidratnya semakin rendah.

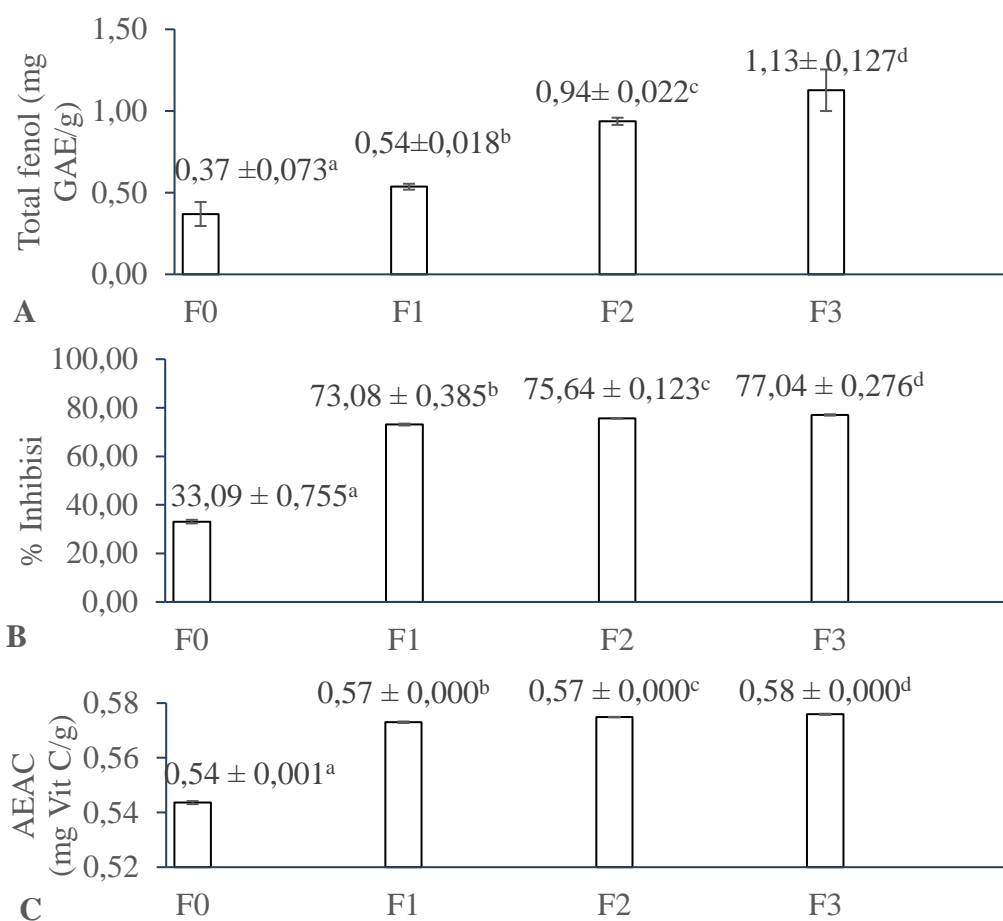
4.4 Total Fenol dan Aktivitas Antioksidan *Fruit Leather*

Uji total fenol dan aktivitas antioksidan bertujuan untuk mengetahui nilai total fenol dan potensi enkapsulat ekstrak kulit manggis yang ditambahkan ke dalam formula *fruit leather* sebagai antioksidan yang dapat mencegah atau memperlambat oksidasi radikal bebas (Gambar 2). Pengukuran nilai total fenol dilakukan dengan metode spektrofotometri menggunakan pereaksi *Folin-Ciocalteu*. Prinsip dasar metode ini adalah reaksi oksidasi gugus fenolik-hidroksil. *Folin-Ciocalteu* berfungsi sebagai pereaksi yang mengoksidasi fenolat serta mereduksi asam heteropoli menjadi kompleks *molybdenum-tungsten* (Mo-W). Pereaksi *Folin-Ciocalteu* akan bereaksi dengan gugus fenolik-hidroksil pada larutan uji dan membentuk kompleks fosfotungstat-fosfomolibdat yang berwarna biru pada suasana basa. Semakin tinggi konsentrasi senyawa fenolik yang terdeteksi, warna biru larutan uji yang dihasilkan semakin pekat.

Nilai total fenol (Gambar 2A) pada F0 (tanpa enkapsulat) 0,37 mg GAE/g. Nilai total fenol meningkat pada F1 (enkapsulat 0,5%) sebesar 0,54 mg GAE/g, F2 (enkapsulat 1,0%) sebesar 0,94 mg GAE/g, dan F3 (enkapsulat 1,5%) sebesar 1,13 mg GAE/g. Senyawa fenolik yang ditemukan di kulit buah mengandung 20 kali lebih banyak daripada kandungan fenolik pada daging buahnya (Zadernowski *et al.* 2009), sehingga penambahan enkapsulat ekstrak kulit manggis meningkatkan nilai total fenol *fruit leather*. Semakin tinggi konsentrasi enkapsulat, semakin tinggi nilai total fenol *fruit leather*.

Menurut Murphy *et al.* (2012) dalam penelitiannya mengenai asupan rata-rata fitonutrien pada orang dewasa usia di atas 19 tahun di Amerika yang terkait dengan konsumsi buah dan sayur, rata-rata asupan senyawa fenolik laki-laki sebesar 6

mg/hari dan perempuan sebesar 15,1 mg/hari. *Fruit leather* memenuhi 156% fenolik untuk laki-laki dan 62% fenolik untuk perempuan per sajian *fruit leather* (10g) berdasarkan asupan rata-rata fenolik orang dewasa. Senyawa-senyawa fenolik dapat bereaksi dengan senyawa oksigen reaktif karena gugus hidroksil pada cincin aromatik yang berperan sebagai donor hidrogen, sehingga dikenal sebagai agen pengoksidasi dalam ekstrak tanaman. Kandungan total fenol berkorelasi positif terhadap aktivitas antioksidan (Chanda *et al.* 2013).



Gambar 2 Aktivitas antioksidan *fruit leather*

(A) Total fenol (B) nilai inhibisi dan (C) aktivitas antioksidan (AEAC)

Keterangan : Nilai= rerata ± SD (n=2), F0= kontrol, F1= penambahan enkapsulat 0,5%, F2= penambahan enkapsulat 1,0%, dan F3= penambahan enkapsulat 1,5%

a,b,c= hasil uji beda berdasarkan uji *Duncan*, huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)

Pengujian aktivitas antioksidan pada *fruit leather* dilakukan dengan metode DPPH dan diukur menggunakan spektrofotometri UV-Vis. Prinsip metode DPPH adalah adanya perubahan diphenylpicrylhydrazyl (radikal bebas) menjadi diphenylpicrylhydrazine (non-radikal) karena ikatan antara atom hidrogen senyawa antioksidan dengan elektron bebas senyawa radikal yang menyebabkan elektron pada radikal DPPH menjadi berpasangan sehingga terjadi perubahan warna dari ungu gelap menjadi kuning yang sebanding dengan jumlah elektron yang diambil. Semakin kuat aktivitas antioksidan menangkalkan radikal DPPH, warna ungu yang teramati semakin hilang. Aktivitas antioksidan *fruit leather* dapat dilihat pada Gambar 2(B) dan 2(C).

Fruit leather dengan penambahan enkapsulat ekstrak kulit manggis pada 3 konsentrasi berbeda memiliki aktivitas antioksidan yang berbeda pula. Semakin tinggi konsentrasi enkapsulat yang ditambahkan pada formula *fruit leather*, semakin besar aktivitas antioksidannya. Hal ini dapat dilihat dari nilai inhibisi dan AEAC yang disajikan pada Gambar 2(B) dan 2(C). *Fruit leather* tanpa penambahan enkapsulat ekstrak kulit manggis memiliki nilai inhibisi sebesar 33,09% dan AEAC sebesar 0,544 mg AEAC/g. Dengan adanya penambahan enkapsulat ekstrak kulit manggis ke dalam *fruit leather*, nilai inhibisi dan AEAC *fruit leather* meningkat. Pada formula 1 (0,5% enkapsulat), nilai inhibisi menjadi 73,08% dan AEAC sebesar 0,57 mg AEAC/g. Peningkatan konsentrasi penambahan enkapsulat pada F2 (1% enkapsulat) dan F3 (1,5% enkapsulat) memberikan nilai inhibisi masing-masing sebesar 75,64% dan 77,04% serta AEAC masing-masing sebesar 0,57 mg AEAC/g dan 0,58 mg AEAC/g. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi enkapsulat ekstrak kulit manggis mampu meningkatkan aktivitas antioksidan *fruit leather*.

Menurut Rafi *et al.* (2012), kandungan total fenol mempengaruhi aktivitas antioksidan, dimana aktivitas antioksidan akan meningkat dengan meningkatnya kandungan total fenol karena kemampuan senyawa fenolik dalam mereduksi senyawa radikal bebas berkorelasi positif dengan aktivitas antioksidan. Nilai total fenol dan aktivitas antioksidan *fruit leather* buah manggis lebih tinggi jika dibandingkan dengan nilai total fenol dan aktivitas antioksidan dari penelitian Sharma *et al.* (2016) pada *fruit leather* buah nenas, yaitu total fenol sebesar 0,27 mgGAE/g, % inhibisi 71,06%, dan aktivitas antioksidan 0,46 mg AEAC/g. Nilai total fenol dan aktivitas antioksidan yang lebih tinggi pada penelitian ini diperoleh karena adanya penambahan enkapsulat ekstrak kulit manggis yang dapat meningkatkan sifat fungsional produk *fruit leather* karena ekstrak kulit buah manggis dikenal sebagai antioksidan kuat dan kaya senyawa fenolik.

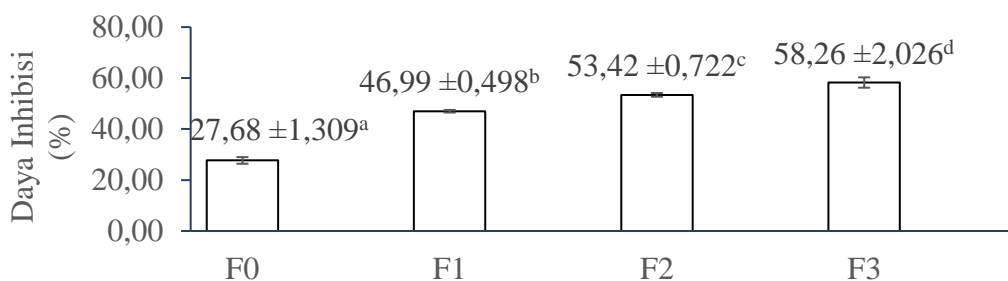
Berdasarkan penelitian Tsai *et al.* (2016), pemberian 25 mg/hari ekstrak kulit manggis selama 11 minggu pada tikus *sprague dawley* (SD) yang diberi diet tinggi lemak, terjadi penurunan signifikan asam lemak bebas, trigliserida, total ROS dan peningkatan aktivitas enzim antioksidan (SOD, GSH, GPx, GRd, dan CAT). Jumlah ekstrak kulit manggis yang terkandung dalam formula F1 (0,5%), F (1,0%), dan F3 (1,5%) secara berurutan, yaitu F1 sebesar 5 mg, F2 sebesar 10 mg, dan F3 sebesar 15 mg dalam 1 takaran saji *fruit leather* (10g).

4.5 Aktivitas Penghambatan Enzim α -Amylase

Aktivitas antihiperglikemik *fruit leather* diukur dengan metode inhibisi α -amylase. Pengukuran inhibisi α -amylase bertujuan untuk melihat pengaruh konsentrasi enkapsulat yang ditambahkan ke formula *fruit leather* dapat dilihat pada Gambar 3.

Prinsip pengujian aktivitas inhibisi enzim α -amilase adalah dengan mengukur gula yang terbentuk kemudian direaksikan dengan reagen *dinitrosalicylic acid* (DNS) untuk membentuk kompleks berwarna kuning dan diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 540 nm. Persentase inhibisi relatif dari keempat formula diperoleh dengan membandingkan kemampuan inhibisinya dengan kemampuan inhibisi akarbosa. Akarbosa digunakan sebagai standar dalam uji inhibisi ini karena memiliki mekanisme penghambatan kompetitif pada enzim. Menurut Takahama dan Hirota (2018),

akarbosa memiliki struktur yang mirip dengan struktur amilum yang bertindak sebagai substrat enzim α -amilase yang sama-sama memiliki cincin benzen dan gugus hidroksil yang dapat mempengaruhi pengikatan pada sisi aktif enzim.



Gambar 3 Inhibisi enzim α -amilase

Keterangan : Nilai= rerata \pm SD (n=2), F0= kontrol, F1= penambahan enkapsulat 0,5%, F2= penambahan enkapsulat 1,0%, dan F3= penambahan enkapsulat 1,5%

a,b,c= hasil uji beda berdasarkan uji *Duncan*, huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)

Perbedaan konsentrasi enkapsulat berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap peningkatan inhibisi produk *fruit leather*. Empat formula *fruit leather* memiliki kemampuan inhibisi α -amilase relatif lebih kecil dari standar akarbosa. Nilai tertinggi inhibisi relatif terdapat pada F3 (enkapsulat 1,5%) sebesar 56,82%, kemudian F2 (enkapsulat 1,0%) sebesar 52,90%, F1 (enkapsulat 0,5%) sebesar 46,63%, dan pada F0 (enkapsulat 0%) sebesar 27,68%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi enkapsulat yang ditambahkan, semakin tinggi persentase inhibisi relatif *fruit leather* terhadap inhibisi relatif standar akarbosa.

Pada kasus diabetes, enzim α -amilase merupakan salah satu kelompok enzim glikosidase yang bertanggung jawab dalam hidrolisis pengolahan karbohidrat kompleks, sehingga α -amilase merupakan inhibitor yang sangat efektif dalam mengurangi hiperglikemia postprandial dengan menekan penyerapan glukosa (Ibrahim *et al.* 2019) dan senyawa fenolik memiliki ketahanan aktivitas penghambatan α -amilase lebih besar daripada penghambatan α -glukosidase selama pencernaan, baik di mulut, lambung, maupun usus (Gutierrez-Grijalva *et al.* 2019), sehingga dapat dijadikan target terapi yang berguna dalam perawatan obesitas dan diabetes mellitus.

Mekanisme penghambatan α -amilase pada sistem pencernaan dijelaskan melalui penelitian Gaspersz *et al.* (2019) secara *in silico*, dimana beberapa senyawa turunan xanton yang teridentifikasi di kulit buah manggis, yaitu α , β , dan γ -mangostin memiliki ligan yang berinteraksi dengan beberapa residu protein (Ala198, Arg195, Asp197, Asp300, Gln63, Glu233, Thr 163, dan Trp59) dan membentuk kompleks yang stabil dengan enzim α -amilase. Ikatan hidrogen antara ligan α , β , dan γ -mangostin dan sisi aktif α -amilase mencegah pengikatan substrat dan menghambat reaksi pemutusan ikatan glikosida oleh enzim α -amilase sehingga berpotensi sebagai inhibitor enzim α -amilase yang dapat memperlambat penyerapan dan mengurangi konsentrasi glukosa postprandial. Mekanisme lain sebagai antihiperglikemik juga dijelaskan oleh Maligan *et al.* (2019), yaitu mencegah reaksi pengubahan superoksida menjadi hidrogen superoksida, dimana gugus hidroksil (-OH) pada senyawa xanton mendonorkan atom hidrogen untuk mengikat radikal bebas sehingga mampu mencegah, melindungi, dan memperbaiki

sel beta pankreas yang rusak akibat radikal bebas sehingga mencegah terjadinya hiperglikemia postprandial karena sekresi insulin meningkat.

Menurut Mina dan Mina (2017), manggis merupakan salah satu jenis tanaman yang populer dimanfaatkan oleh orang-orang diabetes di Provinsi Tarlac, Filipina. Sebanyak 12 dari 19 responden usia 52-63 tahun menggunakan buah manggis sebagai pengobatan alternatif diabetes dan menunjukkan bahwa penggunaan manggis sebagai teh (rebusan kulit buah atau ekstraknya) 2 kali sehari atau konsumsi daging buah segar 3 kali sehari berpotensi menekan kejadian diabetes pada penduduk setempat. Tingginya prevalensi kejadian diabetes terutama diabetes tipe II menjadi sebuah keprihatinan di seluruh dunia.

Berdasarkan penelitian Guariguata *et al.* (2014) dari 174 data dari 130 negara di seluruh dunia, prevalensi diabetes mencapai 350 juta jiwa pada tahun 2008 dan terus mengalami peningkatan pada tahun 2013 menjadi 382 juta jiwa. Prevalensi diabetes ini diperkirakan akan terus meningkat menjadi 592 juta jiwa pada tahun 2035. Manajemen diabetes, khususnya DM tipe II antara lain mengoptimalkan kontrol glikemik pasien dan mencegah komplikasi penyakit akibat hiperglikemia. Nilai indeks glikemik dan beban glikemik suatu bahan makanan dapat dijadikan indikator dalam kontrol glikemik pasien diabetes.

Indeks glikemik merupakan indikator yang menunjukkan kecepatan suatu makanan meningkatkan kadar glukosa dalam plasma darah. Kategori indeks glikemik terdiri atas IG tinggi dengan nilai $IG \geq 70$, IG sedang dengan nilai $IG 56-69$, dan IG rendah dengan nilai $IG \leq 55$. Adapun beban glikemik merupakan indikator yang menunjukkan seberapa besar karbohidrat dalam satu porsi makanan mampu meningkatkan glukosa dalam plasma darah. Menurut Kamchansuppasin *et al.* (2021), nilai indeks glikemik buah manggis sebesar 58,5% dan beban glikemiknya sebesar 11,5. Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa buah manggis memiliki indeks glikemik dan beban glikemik kategori sedang. Informasi indeks glikemik dan beban glikemik sangat penting untuk penderita diabetes dan pre-diabetes dalam mengatur konsumsi buah berdasarkan kondisi kesehatannya. Berdasarkan hasil penelitian beberapa dekade terakhir, nilai rata-rata indeks glikemik buah-buahan sangat bervariasi dari 19 (jambu biji) – 68 (nenas) dan secara umum rentang nilai IG buah-buahan tersebut tergolong rendah hingga sedang, sehingga mengkonsumsi buah setara 25-50 g karbohidrat tidak menyebabkan peningkatan drastis kadar glukosa dalam darah sehingga aman bagi penderita diabetes (Hoerudin 2012).

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 41 tahun 2014 tentang Pedoman Gizi Seimbang, 2 buah manggis ukuran sedang (80 g) setara dengan 1 buah pisang ambon ukuran sedang atau mengandung 50 kalori dan 10 g karbohidrat. WHO secara umum menganjurkan konsumsi buah-buahan sejumlah 150 g/hari (setara 3 buah pisang ambon ukuran sedang atau 6 buah manggis ukuran sedang). Selain itu, terdapat beberapa faktor intrinsik yang dapat mempengaruhi indeks glikemik buah, salah satunya adanya kandungan senyawa polifenol. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa senyawa polifenol tanaman mempunyai kemampuan dalam menghambat penyerapan glukosa di usus kecil, sehingga diduga mampu menurunkan respon glikemik pangan. Penelitian tentang senyawa fenolik buah-buahan banyak difokuskan pada konsentrasi efektif, sumber, dan mekanisme penghambatan senyawa fenolik terhadap penyerapan glukosa. Secara umum dapat disimpulkan bahwa daya hambat senyawa fenolik sangat dipengaruhi oleh rasio

konsentrasinya terhadap glukosa. Produk pangan fungsional yang kaya akan senyawa fenolik disarankan untuk tidak menambahkan pemanis, sehingga sifat fungsionalnya lebih efektif dalam mencegah hiperglikemia. Oleh karena itu, produk *fruit leather* pada penelitian ini dapat dikatakan memiliki sifat fungsional yang efektif terkait kerja senyawa fenoliknya terhadap kesehatan, khususnya dalam mencegah hiperglikemia karena tidak terdapat penambahan pemanis apapun dalam formulanya.

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

V SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan sifat fisikokimia dan fungsional, formula terbaik secara berurut, yaitu F3 (enkapsulat 1,5%), F2 (enkapsulat 1,0%), dan F1 (enkapsulat 0,5%). Formula 3 dengan konsentrasi enkapsulat 1.5%, menghasilkan nilai fungsional, yaitu total fenol 1,13 mg GAE/g, aktivitas antioksidan 0,58 mg AEAC/g, dan aktivitas antihiperglikemik 58,26%.

Berdasarkan sifat sensori, formula yang paling disukai panelis dengan nilai rata-rata uji hedonik 4,05 (suka), yaitu formula 2 dengan konsentrasi enkapsulat 1,0% memiliki nilai total fenol 0,94 mg GAE/g, aktivitas antioksidan 0,57 mg AEAC/g, dan aktivitas antihiperglikemik 53,42%.

Fruit leather ini berpotensi sebagai pangan fungsional berdasarkan keseluruhan uji yang telah dilakukan meliputi uji hedonik, uji fisikokimia, dan fungsional.

5.2 Saran

Penambahan konsentrasi ekstrak kulit buah manggis perlu ditingkatkan dari konsentrasi awal (10%) hingga konsentrasi yang masih dapat diterima secara sensori sehingga komponen bioaktif dalam enkapsulat lebih optimal. Karakteristik serat pangan, warna, kuat tarik (*tensile strength*), dan umur simpan perlu diuji karena belum dilakukan pada penelitian *fruit leather* ini. Berdasarkan uji sifat fungsionalnya, produk ini berpotensi sebagai pangan fungsional yang bersifat antidiabetes, oleh karena itu perlu dilakukan uji secara *in vivo* untuk mengetahui indeks glikemik produk ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 2012. Official methods of analysis of AOAC International. Washington D.C. : AOAC International.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2021. Statistik Holtikultura 2020. Jakarta : Badan Pusat Statistik Indonesia.
- [FAO] Food Agriculture Organization. 2007. Fruit leather; Nutritional improvement of food product. *FAO*. 5p. doi: <http://www.fao.org/3/a-au113e.pdf>.
- Afandi FA. 2011. Upaya peningkatan penerimaan citarasa minuman fungsional berbasis kumis kucing (*Orthosiphon aristatus* B1 Miq) dengan menggunakan beberapa ekstrak jeruk dari varietas yang berbeda dan flavor enhancer [Skripsi]. Bogor: Program Sarjana Fakultas Teknologi Pangan, Institut Pertanian Bogor.
- Afandi FA. 2014. Pengaruh nanoenkapsulasi terhadap mutu sensori, fisikokimia, dan fisiologis aktif minuman fungsional berbasis kumis kucing (*Orthosiphon aristatus* B1. Miq) [tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Affandy MKA, Widjanarko SB. 2018. Optimization of the Addition Maltodextrin Concentration on Making Solid Brem with Orange Flavour. *J Pangan dan Agroindustri*. 6(2):23–32.
- Ahmed K, Li Y, McClements DJ, Xiao H. 2012. Nanoemulsion- and emulsion-based delivery system for curcumin: Encapsulation and release properties. *Food Chem*. 132(2):799-807. doi: 10.1016/j.foodchem.2011.11.039.
- Al-Juhaimi F, Ghafoor K, Babiker EE. 2012. Effect of gum arabic edible coating on weight loss, firmness and sensory characteristics of cucumber (*Cucumis sativus* L.) fruits dursing storage. *Pakistan J Bot*. 44(4):1439-1444.
- Antasionasti I, Jayanto I, Abdullah SS, Siampa JP. 2020. Karakterisasi nanopartikel ekstrak etanol kayu manis (*Cinnamomum burmanii*) dengan kitosan sodium tripolifosfat sebagai kandidat nanopartikel. *Chem Prog*. 13(2):77-85. doi: <https://doi.org/10.35799/ep.13.2.2020.31392>.
- Ariami P, Danuyanti I, Anggreni BR. 2017. Efektifitas teh kulit buah manggis (*Garcinia mangostana* L.) sebagai antimikroba terhadap pertumbuhan bakteri *Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA). *Teknol Lab*. 3 (6):3-8.
- Avadi MR, Sadeghi AMM, Mohammadpour N, Abedin S, Atyabi F, Dinarvand R, Rafiee-Tehrani M. 2010. Preparation and characterization of insulin nanoparticle using chitosan and Arabic gum with ionic gelation method. *Nanomedicine Nanotechnology, Biol Med*. 6(1):53-63. doi: 10.1016/j.nano.2009.04.007.
- Ayu DF, Johan VS, Zulfalina T. 2021. Kombinasi bubur buah nipah dengan nanas serta penambahan gum arab pada mutu dan karakteristik sensori fruit leather. *agriTECH*. 41 (3):257-266. doi: <https://doi.org/10.22146/agritech.41570>.
- Azizah FN, Andarwulan N, Koswara S. 2020. Pengembangan produk minuman dari daging buah manggis (*Garcinia mangostana* L.) beku. *J Mutu Pangan*. 7(1): 1-6. doi: 10.29244/jmpi.2020.7.1.1.
- Buzea C, Blandino IIP, Robbie K. 2007. Nanomaterial and nanoparticle: sources and toxicity. *Biointerphase*. 2(4):MR17-MR71. doi: 10.1116/1.2815690.

- Cappa C, Lavelli V, Mariotti M. 2015. Fruit candies enriched with grape skin powders: Physicochemical properties. *LWT-Food Science and Technology*. 62(1):569-575 doi: 10.1016/j.lwt.2014.07.039.
- Chanda S, Amrutiya N, Rakholiya K. 2013. Evaluation of antioxidant properties of some Indian vegetable and fruit wastes viz. lime pell, spent guava extract, apple pomace etc. *Am J Food Technol*. 8(13): 173-182. doi: 10.3923/ajft.173.182.
- Concha_Meyer AA, D'Ignoti V, Saez B, Diaz RI, Torres CA. 2016. Effect of storage on the physico-chemical and antioxidant properties of strawberry and kiwi leathers. *J Food Sci*. 81(3):C569-C577. doi: 10.1111/1750-3841.13214.
- Da Silva-Buzanello RA, De Souza MF, De Oliveira DA, Bona E, Leiman FV, Filho LC, De Arauo PHH, ferreira SRS, Goncalves OH. 2016. Preparation of curcumin-loaded nanoparticles and determination of the antioxidant potential of curcumin after encapsulation. *Polimeros*. 26(3):207-214. doi: 10.1590/00104-1428.2246.
- Dewandari KK, Yuliani S, Yasni S. 2013. Ekstraksi dan karakterisasi nanopartikel ekstrak sirih merah (*Piper crocatum*). *J Pascapanen*. 10 (2):65-71.
- Diamante LM, Bai X, Busch J. 2014. Fruit leathers: Method of preparation and effect of different conditions on qualities. *Int J of Food Sci*. doi: http://dx.doi.org/10.1155/2014/139890.
- Febrina D, Milanda T, Muchtaridi. 2018. Pharmacological activity *Garcinia mangostana* Linn : A review. *Int J of Curr. Med Sci*. 8(5A):430-433. doi: http://dx.doi.org.10.24327/ijcmes2018.08050047.
- Fitriyani M. 2014. Pemanfaatan ekstrak kulit manggis (*Garcinia mangostana* Linn) dalam pengembangan puding instan untuk penderita kanker. Bogor: Fakultas Ekologi Manusia IPB University.
- Gaspersz, Nelson, Sohila MR. 2019. Molecular docking of α , β , γ -mangostin as a human pancreatic α -amylase inhibitor. *Indo J Chem Res*. 6(2):59-66. doi: 10.30598//ijcr.2019.6-nel.
- Guariguata L, Whiting DR, Hambleton I, Beagley J, Linnekamp U, Shwa JE. 2014. Global estimates of diabetes prevalence for 2013 and projections for 2035. *Diabetes ResClin Pract*. 103(2):137-149. doi: 10.1016/j.diabres.2013.11.002.
- Gutierrez-Grijalva EP, Antunes-Ricardo M, Acosta-Estrada BA, Gutierrez-Urbe JA, Basilio Heredia J. 2019. Cellular antioxidant activity and in vitro inhibition of α -glukosidase, α -amylase and pancreatic lipase of oregano polyphenols under simulated gastrointestinal digestion. *Frin*. (2018). doi: 10.1016/j.foodres.2018.08.096.
- Gutierrez-Orozco F, Chitchumroonchokchai C, Lesinski GB, Suksamrarn S, Failla ML. 2013. α -Mangostin: Anti-inflammatory activity and metabolism by human cells. *J Agric Food Chem*. 61(16):3891-3900. doi: 10.1021/jf4004434.
- Hasna T, Anandhito RBK, Khasanah LU, Utami R, Manuhara GJ. 2018. Pengaruh kombinasi maltodekstrin dan whey sebagai bahan penyalut pada karakteristik mikrokapsul oleoresin kayu manis (*Cinnamomum burmanii*). *Agritech*. 38(3):259-264. doi: http://doi.org/10.22146/agritech.12725.
- Herlina, Belgis, M., Wirantika, L. 2020. Karakteristik Fisikokimia dan organoleptik fruit leather kentu dengan Penambahan CMC dan karagenan. *J Agroteknologi*. 14(02):103. doi: 10.19184/j-agt v14i02.12938.

- Hoerudin. 2012. Indeks glikemik buah dan implikasinya dalam pengendalian kadar glukosa darah. *J Teknol Pascapanen Pertanian*. 8(2):2012.
- Ibrahim SRM, Mohammed GA, Khayat MTA, Ahmed S, Abo-Haded H. 2019. α -Amylase inhibition of xanthenes from *Garcinia mangostana* pericarps and their possible use for the treatment of diabetes with molecular docking studies. *J Food Biochem*. 43(5). doi: 10.1111/jfbc.12844.
- Janardhanan S, Mahendra J, Girija ASS, Mahendra L, Priyadharsini V. 2017. Antimicrobial effects of *Garcinia mangostana* on cariogenic microorganisms. *J Clin Diagnostic Res*. 11(1): ZC19-ZC22. doi: 107860/jcdr/2017/22143.9160.
- Jufri M, Anwar E, Djajadisastra J. 2012. Pembuatan niosom berbasis maltodekstrin DE 5-10 dari pati singkong (*Manihot utilissima*). 1(1):10-20 doi: 10.7454/psr.v1i1.3365.
- Jung HA, Su BN, Keller WJ, Mehta RG, Kinghor AD. 2006. Antioxidant xanthenes from the pericarp of *Garcinia mangostana* (mangosteen). *J Agric Food Chem*. 54(6):2077-2082. doi: 10.1021/jf052649z.
- Kailaku SI, Hidayat T, Setiabudy DA. 2012. Effects of homogenization conditions on physical characteristics and quality of coconut milk during storage. *J Littri*. 18(1):31-39. doi: <http://perkebunan.litbang.pertanian.go.id/dbasebun/asset-dbasebun/Penerbitan-20141207192018.pdf>.
- Kamchansupasin A, Sirichakwal PP, Bunprakong L, Yamborisut U, Kongkachuichai R, Kriengsionyos W, Nounmusig J. 2021. Glycemic index and glycemic load of commonly consumed Thai fruits. *Int Food Res J*. 28(4):788-794.
- Karim N, Jeenduang N, Tangpong J. 2018. Anti-glycemic and anti-hepatotoxic effect of mangosteen vinegar rind from *Garcinia mangostana* against HFD/STZ-induced type II diabetes in mice. *Polish J Food Nutr Sci*. 68(2):163-169. doi: 10.1515/pjfn-2017-0018.
- Karim N, Tangpong J. 2018. Biological properties in relation to health promotion effects of *Garcinia mangostana* (queen of fruit): A short report. *J of Health Research*. 32(5): pp. 364-370. doi: 10.1108/JHR-082018-043.
- Kubo I, Masuoka N, Xiao P, Haraguchi H. 2002. Antioxidant activity of dodecyl gallate. *J Agr Food Chem*. 50(12):3533-3539. doi: 10.1021/jf011250h.
- Kumar V, Bhatt PC, Kaithwas G, Rashid M, Al-Abbasi FA, Khan JA, Anwar F, Verma A. 2016. α -Mangostin mediated pharmacological modulation of hepatic carbohydrate metabolism in diabetes induced wistar rat. *Beni-Suef Univ J Basic Appl Sci*. 5 (3): 255-276. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjbas.2016.07.001>.
- Kuria MW, Matofari JW, Nduko JM. 2021. Physicochemical, antioxidant, and sensory properties of functional mango (*Mangifera indica* L.) leather fermented by lactic acid bacteria. *J Agric Food Res*. 6:2666-1543. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2021.100206>.
- Kurniawati M, Mahdi C. 2014. Kadar xanton dalam jus kulit buah manggis (*Garcinia mangostana* L.) dan efek inhibisi jus kulit buah manggis terhadap aktivitas enzim α -glukosidase. *Natural B*. 2(4):317-321.
- Kwartiningsih E, Mulyati L. 2005. Fermentasi sari buah nanas menjadi vinegar. *Ekulilibrium*. 4(1):8-12.

- Li G, Petiwala SM, Yan M, Won JH, Petukhov PA, Johnson JJ. 2016. Gartanin, an isoprenylated xanthone from mangosteen fruit (*Garcinia mangostana*), is an androgenreceptor degradation enhancer. *Mol Nutr Food Res*. 60(6): 1458-1469. doi: 10.1002/mnfr.20160037.
- Li J, Qingrong Y. 2012. Rheological properties and the oxidant properties of a wide selection of fujian fruit, vegetables and other readily available foods. *J Food Chem*. 101:1727–1741.
- Maligan JM, Chairunnisa F, Wulan SN. 2019. Peran xanthon kulit buah manggis (*Garcinia mangostana* L.) sebagai agen antihyperglykemik. *J Ilmu Pangan dan Has Pertan*. 2(2):99. doi: 10.26877/jiphp.v2i2.2813.
- Manimekalai I, Ashok K, Rajesh S, Sivakumari K. 2016. Antioxidant and anticancer potential of mangosteen fruit, *Garcinia mangostana* against hepatocellular carcinoma (HEPG-2) cell line. *World J Pharm Sci*. 5(2): 253-93.
- Mardiyanti E, Muttaqien S El, Setyawati DR, Rosidah I, Sriningsih. 2012. Preparasi dan aplikasi nanopartikel kitosan sebagai penghantaran insulin secara oral. *Pros in SINas*. 25:0071.
- Marpaung, A, L, R, P., Tafzi, F., Rahmayani, I. 2021. Pengaruh perbandingan maltodekstrin dan gum arab pada mikroenkapsulasi ekstrak daun duku kumpeh (*Lansium domesticum* corr.). Jambi: Fakultas Pertanian, Universitas Jambi.
- Marta H. 2007. Pengaruh konsentrasi sukrosa dan maizena terhadap karakteristik fruit leather manggis. *J Industri Teknol Pertan*. 5(3).
- Midayanto DN, Yuwono SS. 2014. Penentuan atribut mutu tekstur tahu untuk direkomendasikan sebagai syarat tambahan dalam standar nasional Indonesia. *J Pangan dan Agroindustri*. 2(4): 259-267.
- Mina EC, Mina JF. 2017. Ethnobotanical survey of plants commonly used for diabetes in Tarlac of Central Luzon Philippines. *Int Med J Malaysia*. 16(1):21-28. doi: 10.31436/imjm.v16i1.354.
- Mizushima Y, Kuriyama I, Nakahara T, Kawashima Y, Yoshida H. 2013. Inhibitory effect of α -mangostin on mammalian DNA polymerase, topoisomerase, and human cancer cell poliferation. *Food Chem Toxicol*. 59:793-800. doi: 10.1016/j.fct.2013.06.027.
- Mohamed GA, Al-Abd AM, El-Halawany AM, Abdallah HM, Ibrahim SRM. 2017. New xanthonenes and cytotoxic constituents from *Garcinia mangostana* fruit hulls against human hepatocellular, breast, and colorectal cancer cell line. *J Ethnopharmacol*. 198:302-12. doi: 10.1016/j.jep.2017.01.030.
- Murphy MM, Barraj LM, Herman D, Bi X, Cheatham R, Randolph RK. 2012. Phytonutrient intake by adults in the United States in relation to fruit and vegetable consumption. *J Acad Nutr Diet*. 112(2):222-229. doi: 10.1016/j.jada.2011.08.044.
- Ningsih N, Yasni S, Yuliani S. 2017. Sintesis nanopartikel ekstrak kulit manggis merah dan kajian sifat fungsional produk enkapsulasinya. *J Teknol dan Ind Pangan*. 28(1) 27-35. doi: 10.6066/jitp.2017.28.1.27.
- Nugraha EP, Karyantina M, Kurniawati L. 2016. STPP sebagai bahan pengganti boraks (bleng) padat pada pembuatan karak dengan variasi jenis beras. *J Teknol dan Ind Pangan*. 1(2): 97-106.

@Hak cipta milik IPB University

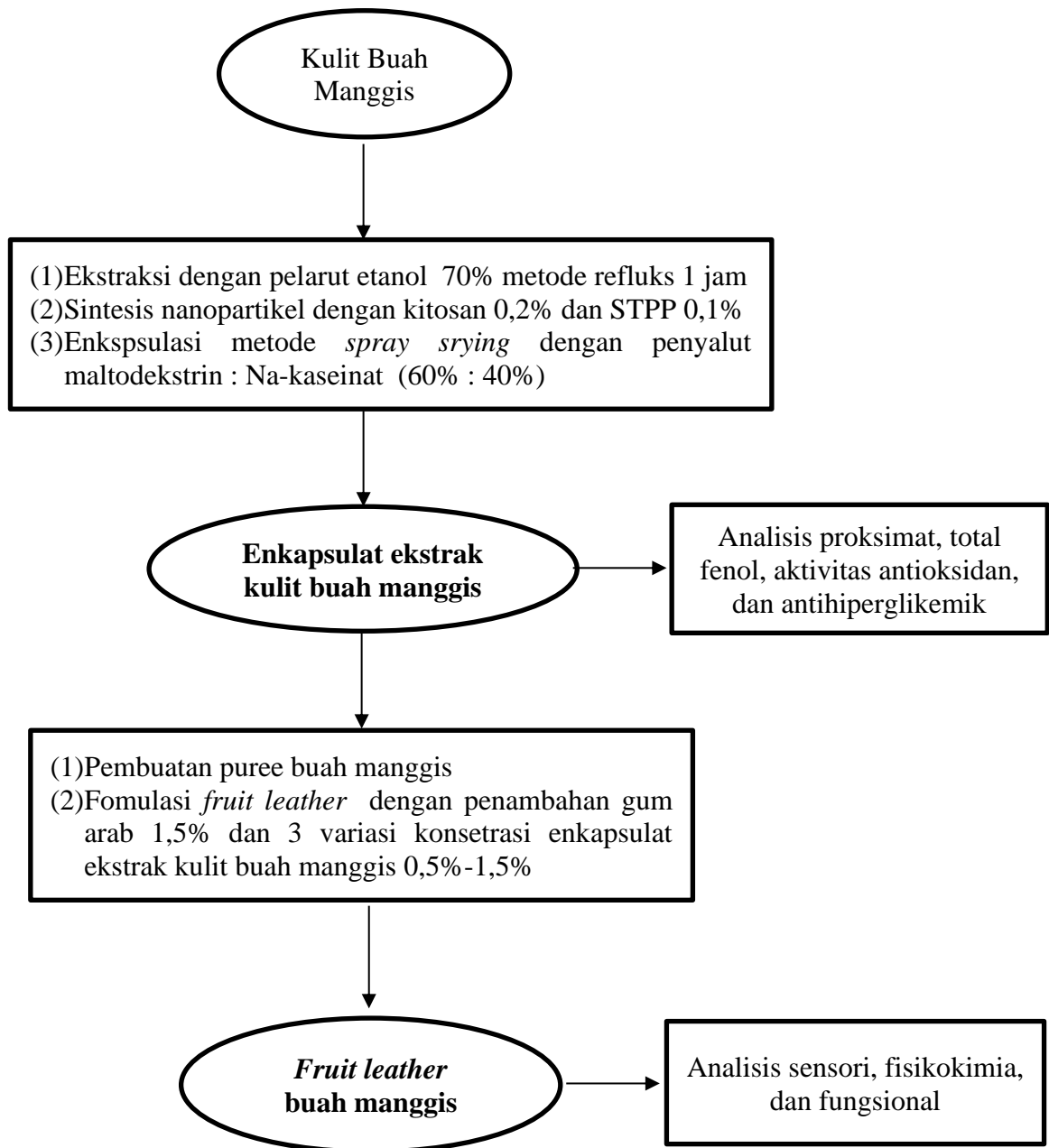
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

- Nugroho YA, Kusnadi J. 2015. Aplikasi kulit manggis (*Garcinia mangostana* L.) sebagai sumber antioksidan pada es krim. *J Pangan dan Agroindustri*. 3 (4):1263-1271.
- Ohno R, Moroishi N, Sugawa H, Maejima K, Saigusa M, Yamanaka M. 2015. Mangosteen pericarp extract inhibits the formation of pentosidine and ameliorates skin elasticity. *J Clin Biochem Nutr*. 57(1):27-32. doi: 10.3164/jcbrn.15-13.
- Pan-In P, Wanichwecharungruang S, Hanes J, Kim AJ. 2014. Cellular trafficking and anticancer activity of *Garcinia mangostana* extract-encapsulated polymeric nanoparticles. *Int J Nanomedicine*. 9(1):3677-86. doi: 10.2147/ijn.S66511.
- Pasaribu F, Sitorus P, Bahri S. 2012. Uji etanol kulit buah manggis (*Garcinia mangostana* L) terhadap penurunan kadar glukosa darah. *J Pharmaceutics and Pharmacology*. 1(1):1-8.
- Permana AW, Widayanti SM, Prabawati S, Setyabudi DA. 2012. Sifat antioksidan bubuk kulit buah manggis (*Garcinia mangostana*) instan dan aplikasinya untuk minuman fungsional berkarbonasi. *J Pascapanen*. 9(2): 88-95.
- Pratama N, Pato U, Yusmarini. 2015. Kajian Pembuatan teh kombucha dari kulit buah manggis (*Garcinia mangostana* L.). *J Online Mhs Fak Pertan Univ Riau*. 2(2):1-12.
- Prihapsara F, Astirin OP, Artanti AN, Sudarwanto AS. 2018. Pengembangan teknologi enkapsulasi fikosianin. *Sniemas UAD*, 27 Okt 2018. Yogyakarta, Indonesia.
- Rafi M, Widyastuti N, Suradikusumah E, Darusman LK. 2012. Aktivitas antioksidan, kadar fenol, dan flavonoid total dari enam tumbuhan obat Indonesia. *J Bahan Alam Indonesia*. 8(3):159-165.
- Santoso BD, Ananingsih VK, Soedarini B, Stephani J. 2020. Pengaruh variasi maltodekstrin dan kecepatan homogenisasi terhadap karakteristik fisikokimia enkapsulat bupper pala (*Myristica fragrans* Hoult) dengan metode vacuum drying. *J Teknol Has Pertan*. 13(2):94. doi: 10.20961/jthp.v13i2.43576.
- Santoso WEA, Estiasih T. 2014. Kopigmentasi ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* var. Ayamurasaki) dengan kopigmen Na-kaseinat dan protein whey serta stabilitasnya terhadap pemanasan. *J Pangan dan Agroindustri*. 2(4): 121-127.
- Sharma P, Ramchiary M, Samyor D, Das AB. 2016. Study on the phytochemical properties of pineapple fruit leather processed by extrusion cooking. *LWT – Food Sci Technol*. 72:534-543. doi: 10.1016/j.lwt.2016.05.001.
- Sidi NC, Widowati E, Nuraiwi A. 2014. Pengaruh penambahan karagenan pada karakteristik fisikokimia dan sensori *fruit leathernanas* (*Ananas comosus* L. Merr.) dan wortel (*Daucus carota*). *J Apl Teknol Pangan*. 3(4):122-127.
- Soetikno JS, Handayani R, Rahayu RD. 2016. Assay for antimicrobial activity of mangosteen rind extract. *J Innov in Pharm Biol Sci*. 3(1):54-60.
- Sofiati T, Asyari, Sidin J. 2020. Uji kadar air, abu, dan karbohidrat pada sagu ikan cakalang di Kabupaten Pulau Morotai. *J Laot Ilmu Kelaut*. 2(1): 23. doi: 10.35308/jlaot.v2i1.2359.
- Song HN, Ji SA, Park HR, Kim HH, Hogstrand C. 2018. Impact of various factors on color stability of fresh blueberry juice during storage. *Prev Nutr Food Sci*. 23(1): 46-51. doi: <https://doi.org/10.3746/pnf.2018.23.1.46>.

- Suthammarak W, Numpraphrut P, Charoensakdi R, Neungton N, Tunrungruangtavee V, Jaisupa N, Charoensak S, Moongkarndi P, Muangpaisan W. 2016. Antioxidant-enhancing property of the polar fraction of mangosteen pericarp extract and evaluation of its safety in humans. *Oxid Med Cell Longev*. 12511. doi: 10.1155/2016/1293036.
- Taher M, Tg Zakaria MFS, Susanti D, Zakaria ZA. 2016. Hypoglycaemic activity of ethanolic extract of *Garcinia mangostana* Linn. in normoglycaemic and streptozotocin-induced diabetic rats. *BMC Complement Altern Med*. 16(1):1-12. doi: 10.1186/s12906-016-1118-9.
- Takahama U, Hirota S. 2018. Interactions of flavonoids with α -amylase and starch slowing down its digestion. *Food Func*. 9(2):677-687. doi: 10.1039/c7fo01539a.
- Tarwendah IP. 2017. Comparative study of sensory attributes and brand awareness in food product; A review. *J Pangan dan Agroindustri*. 5(2): 66-73.
- Thariq MRA, Fadli A, Rahmat A, Handayani R. 2016. Pengembangan kitosan terkini pada berbagai aplikasi kehidupan: A review. Di dalam Fadli A, editor. Seminar Nasional Teknik Kimia Teknologi Petro dan Oleokimia; 2016 Okt; Pekanbaru, Indonesia. Riau: Fakultas Teknik, Universitas Riau.
- Tjahjani S, Widowati W, Khiong k, Suhendra A, Tjokropranoto. 2014. Antioxidant properties of *Garcinia mangostana* L (mangosteen) rind. *Procedia Chem*. 13:198-203. doi:10.1016/j.proche.2014.12.027.
- Ulfa N, Yusasrini NLA, Ina PT. 2019. Pengaruh penambahan ekstrak kulit buah manggis (*Garcinia mangostana* L.) terhadap karakteristik jelly drink. *J Ilmu dan Teknol Pangan*. 8(3):285-292.
- Valenzuela C, Aguilera JM. 2015. Effect of maltodextrin on hygroscopicity and crispness of apple leather. *J Food Eng*. 144:1-9. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.foodeng.2014.07.010.
- Vazquez-Sanchez AY, Corfield R, Sosa N, Salvatori, Schebor C. 2021. Physicochemical, functional, and sensory characterization of apple leathers enriched with acachul (*Ardisia compress* Kunth) powder. *LWT Food Sci Technol*. 146: 111472. doi: https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111472.
- Xie Z, Sintara M, Chang T, Ou B. 2015. Functional beverage of *Garcinia mangostana* (mangosteen). Enhances plasma antioxidant capacity in healthy adults. *Food Sci Nutr*. 3(1):32-8. doi: 10.1002/fsn3.187.
- Yunilawati R, Yemirta, Arianita A, Ardhanie S, Hidayati N, Rahmi D. 2018. Optimasi proses *spray drying* pada enkapsulasi antosianin ubi ungu. *J Kim dan Kemasan*. 40(1): 17-24. doi: http://dx.doi.org/10.24817/jkk.v4i1.3761.
- Zadernowski R, Czaplicki S, Naczek M. 2009. Phenolic acid profiles of mangosteen fruits. *J Food Chem*. 112(3): 685-689. doi: 10.1016/j.foodchem.2008.06.030.

LAMPIRAN

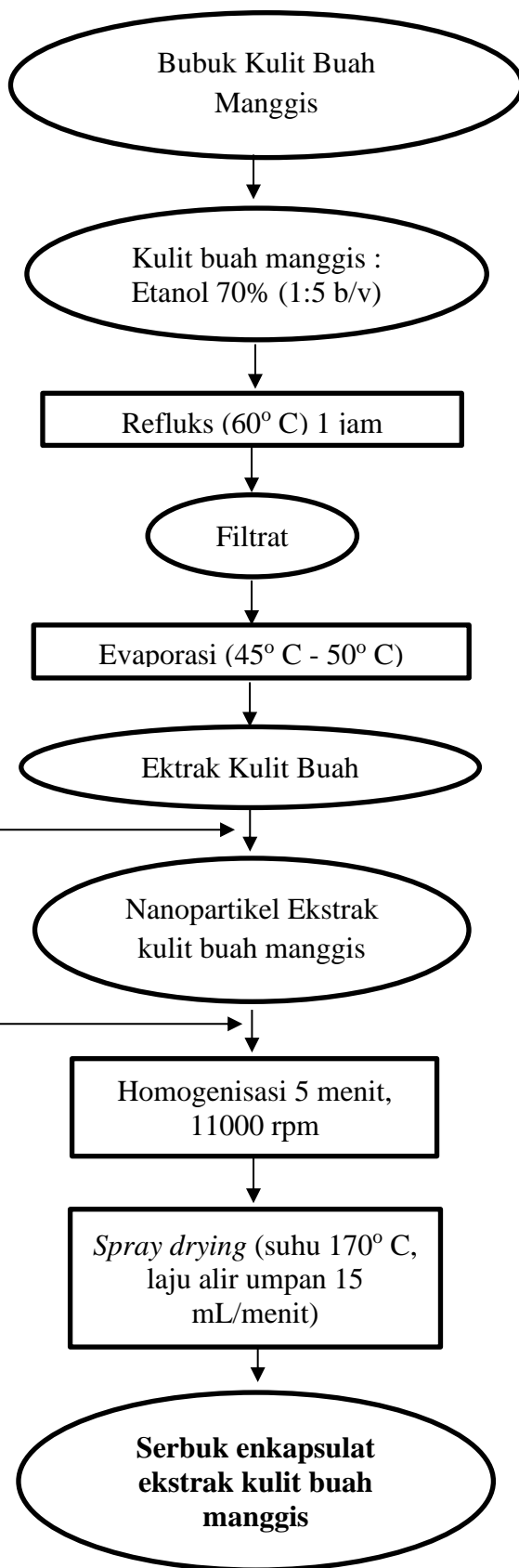
Lampiran 1 Diagram alir penelitian



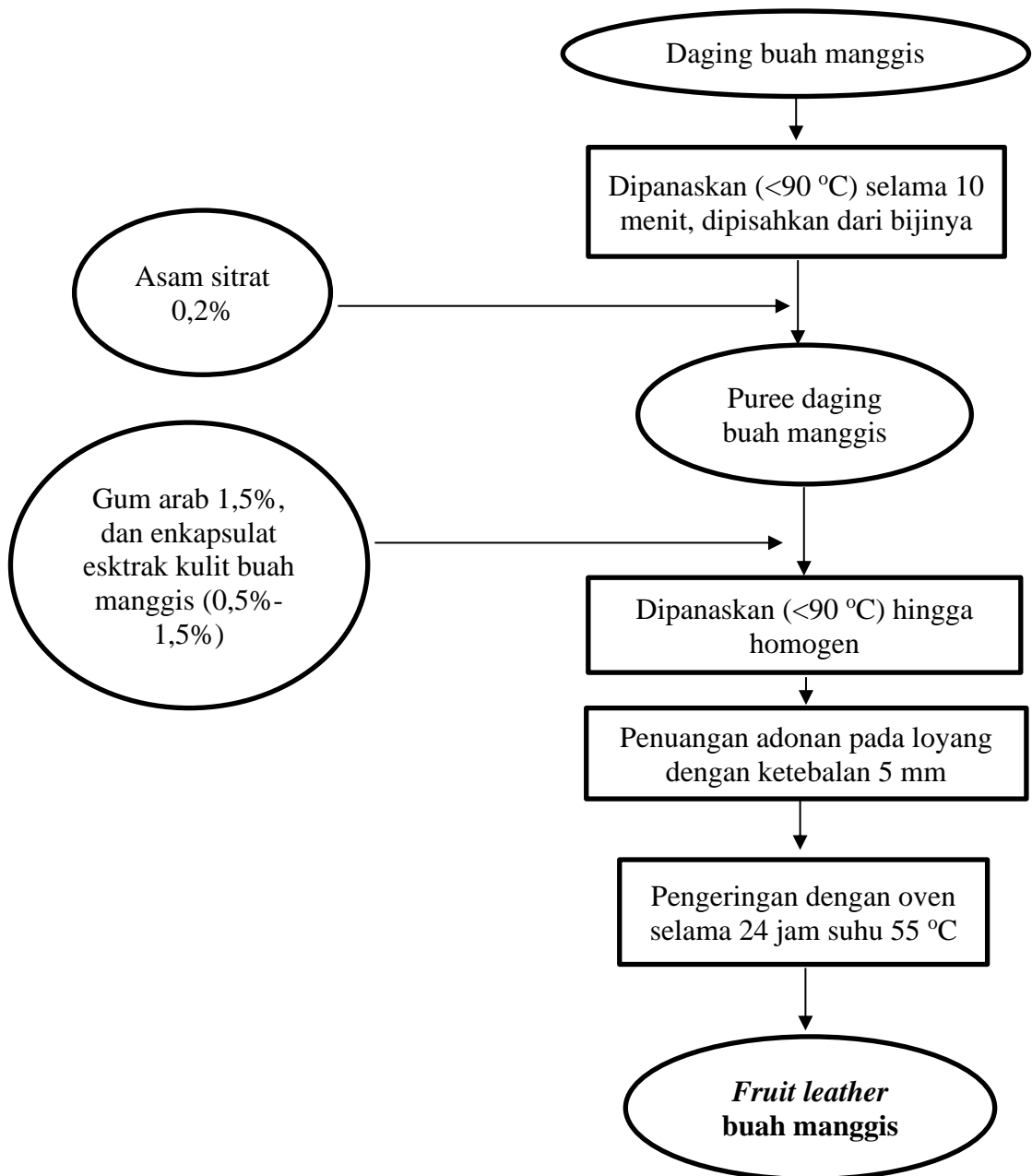
Lampiran 2 Enkapsulasi ekstrak kulit buah manggis

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 3 Diagram alir formulasi *fruit leather*

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

No	Kode Panelis	Nama Panelis	Warna			Aroma			Tekstur			Rasa			Overall			
			210	563	922	Jumlah	210	563	922	Jumlah	210	563	922	Jumlah	210	563	922	Jumlah
1	P01	Alfia Areyzy	4	4	2	10	3	3	3	9	2	3	4	9	3	3	4	10
2	P02	Bella Dwi Pasca	4	3	4	11	4	3	4	11	4	4	2	10	4	3	3	10
3	P03	Olifa Mutiara Sandi	4	5	3	12	3	4	4	11	4	4	4	12	4	4	5	13
4	P04	Arnelina	3	3	3	9	2	3	3	8	3	3	3	9	3	3	3	9
5	P05	Farah Mutia	4	4	5	13	3	4	4	11	2	3	4	9	4	4	5	12
6	P06	Fernakly Manuel	4	4	5	13	3	3	4	10	4	5	3	12	3	5	3	12
7	P07	Hulwatul Iffah Noeralhafiza	4	4	5	13	3	4	4	11	2	4	3	9	2	4	4	9
8	P08	Galih Samia Zahra	5	3	4	12	4	3	4	11	4	5	5	14	4	4	4	13
9	P09	Rizka Putri Utami	4	2	4	10	3	4	3	10	4	2	4	10	5	4	4	13
10	P10	Sri Rahayu	4	4	4	12	3	4	3	10	4	4	4	12	4	4	5	14
11	P11	Anisa Desha Arzani	3	4	5	12	3	4	4	11	4	3	2	9	3	3	3	9
12	P12	Arifqi Nur Hidayatullah	3	4	4	11	3	3	4	10	3	4	3	10	2	4	5	11
13	P13	Muhammad Sobbi	4	4	4	12	4	3	3	10	2	2	2	6	4	3	3	10
14	P14	Quinta Adela Nasitii	2	4	4	10	3	3	3	9	3	3	2	8	3	4	2	9
15	P15	Mulia Sekar	4	4	4	12	3	4	3	10	2	5	1	8	4	4	3	10
16	P16	Tesy Pratama	4	4	5	13	3	3	3	9	3	4	3	11	4	4	5	13
17	P17	Rifdia Adila	4	2	4	10	3	3	2	8	4	4	2	10	4	4	2	10
18	P18	Hilman Juanda	4	5	5	14	4	5	5	14	4	5	5	14	4	5	5	14
19	P19	Fahmilia Putri Pamungkas	3	3	3	9	3	3	3	9	2	4	2	8	3	3	3	9
20	P20	Taufik	4	3	3	10	2	3	3	8	4	3	3	10	3	3	3	9
21	P21	Pangeran Muhammad Baahagi	2	2	4	8	2	2	3	7	4	5	3	12	3	3	2	8
22	P22	Alisa virdausi	4	4	2	10	3	2	3	8	4	3	3	10	3	2	2	7
23	P23	Andi jitan	4	4	3	11	3	3	3	9	4	4	4	12	4	3	4	11
24	P24	M Ilham	3	4	3	10	3	4	4	11	4	4	4	12	4	4	4	11
25	P25	Firia Nurjannah	5	4	5	14	4	4	4	12	4	5	2	11	5	4	3	12
26	P26	Muslika R	3	4	4	11	3	4	4	11	3	5	4	12	3	4	4	12
27	P27	Devi Fatmawati	2	3	3	8	3	3	3	9	2	4	3	9	2	4	2	8
28	P28	Agnes J Chastelyna	3	4	4	11	3	4	4	11	2	5	4	11	4	5	4	13
29	P29	Ajeng Sri Wulandari	4	2	5	11	4	5	5	14	4	3	2	9	2	4	5	12
30	P30	Karsi Ambarwati	4	3	4	11	3	3	3	9	4	4	4	12	4	4	4	12
31	P31	Abe	5	2	4	11	4	5	3	12	3	4	2	9	3	4	4	11
32	P32	Agces Dednas Yanti	4	4	4	12	3	4	4	11	2	3	4	9	3	3	4	10
33	P33	Hesta	2	4	4	10	3	3	3	9	3	2	4	9	3	4	3	10
34	P34	Kezia	4	4	3	11	5	4	3	12	3	5	2	10	3	4	3	11
35	P35	Felia Prima Wefani	5	1	4	10	2	2	3	7	3	3	3	9	4	3	3	9
36	P36	Anila Zulfa Alwa	2	3	2	7	3	3	3	10	3	2	2	7	2	3	4	9
37	P37	Jihan Suci Rahayu	4	2	4	10	3	4	3	10	2	4	4	10	3	4	2	9
38	P38	Hana Prasita	3	4	4	11	3	3	3	10	2	3	3	9	3	3	3	9
39	P39	Alhaf Demianindra A	5	3	2	10	3	3	3	9	4	5	3	12	4	4	4	13
40	P40	Anis Yustika Zaqiyatunisa	3	3	4	10	2	3	3	8	3	3	3	9	3	2	3	8
41	P41	Dellia	5	3	4	12	4	4	5	13	3	2	4	9	4	4	5	13
42	P42	Uray Ulfah N	4	5	5	14	4	4	4	13	4	4	4	12	4	5	5	14
43	P43	putri novita savitri	3	4	4	11	3	3	4	10	2	4	2	8	2	4	2	8
44	P44	Cristie Tania	4	2	4	10	4	4	4	12	3	3	3	9	4	4	4	12
45	P45	Fahma	4	3	5	12	4	3	4	11	4	3	4	11	4	4	5	13

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

46	P46	Fenny Amilia Mahara	2	2	4	4	8	3	3	3	3	3	9	2	2	4	1	7	2	3	2	7	2	2	2	2	6
47	P47	Muh. Akseri Bardian S	4	4	4	4	12	3	3	3	3	9	9	3	3	3	2	8	4	4	4	11	4	3	3	4	11
48	P48	Andi Dahlan	4	2	4	4	10	4	2	4	2	4	10	2	2	4	2	8	4	4	3	10	4	3	3	3	10
49	P49	Lutfi Yuliantiyananto Nurhamzah	4	3	3	3	10	4	4	3	2	9	9	2	2	4	2	8	4	4	2	9	2	2	2	3	7
50	P50	Fitra Slaneur	3	4	4	3	10	4	4	5	4	13	2	2	4	4	2	8	3	3	3	9	3	4	3	3	10
51	P51	Ade nurlika pratiwi	5	5	5	5	15	5	5	5	5	15	5	5	5	5	5	15	5	5	5	15	5	5	5	5	15
52	P52	Dewi Muslita	5	4	4	5	14	4	4	4	4	5	13	4	4	4	5	13	5	5	5	15	5	5	5	5	15
53	P53	Irina Ixza Okana	4	4	4	4	12	4	4	4	4	5	13	4	5	4	4	13	5	5	5	15	5	5	5	4	14
54	P54	Muh. Hidayat	3	4	4	4	11	4	4	4	4	4	12	2	2	5	4	10	4	4	4	12	3	4	4	4	11
55	P55	Haniyati Selvira	4	4	4	4	12	3	4	4	4	4	11	2	5	4	4	11	4	4	4	12	3	4	4	4	11
56	P56	Indriyati	4	4	4	4	12	4	4	4	4	4	12	2	5	5	4	11	4	4	5	13	3	4	4	4	11
57	P57	Musdallifah	4	4	4	4	12	4	4	4	4	4	12	2	5	4	4	11	4	4	4	12	3	4	4	4	11
58	P58	Abd. Rahman	3	3	4	4	10	3	3	3	3	9	9	2	2	5	3	8	4	4	4	11	2	3	3	3	8
59	P59	Herlina Azis	3	3	4	4	10	3	3	3	4	10	2	2	4	4	4	10	4	4	4	13	3	4	4	4	11
60	P60	Suciati Surya	4	5	5	5	14	4	4	4	4	12	4	4	4	4	4	12	4	5	5	14	4	5	4	4	13
61	P61	Munawir Saleh	3	3	3	3	9	2	3	3	3	8	8	2	3	3	2	7	3	3	4	10	3	3	3	3	9
62	P62	Baharuddin Tola	3	3	3	3	9	3	3	3	3	9	9	2	4	3	3	9	4	4	4	12	3	4	4	4	11
63	P63	Hasrul Afriandi	3	3	3	3	9	3	3	3	3	9	9	3	3	4	3	10	3	4	3	10	3	4	3	3	10
64	P64	Andi Ahsal S	4	4	4	4	12	4	4	4	4	12	3	5	4	4	12	4	5	4	13	4	5	4	5	4	13
65	P65	Hilda Octavia	3	4	4	4	11	4	4	4	4	4	12	2	5	4	4	11	4	4	4	12	3	5	4	4	12
66	P66	Hana Nafisah	4	4	4	4	12	4	4	4	4	4	12	3	5	4	4	12	4	4	4	12	3	5	4	4	12
67	P67	Achmad Abidin	5	5	5	5	15	5	5	5	5	15	2	5	5	5	4	11	5	5	5	15	4	5	4	4	13
68	P68	Rahmadayanti	4	4	4	4	12	4	4	4	4	12	4	4	4	4	4	12	4	4	4	12	4	4	4	4	12
69	P69	Rio Tampati	4	5	5	5	14	4	4	5	5	14	4	4	5	4	4	13	4	4	5	14	4	5	5	5	14
70	P70	Teguh Setianto	3	3	3	3	9	3	4	3	3	10	2	2	4	3	3	9	3	3	3	9	3	4	3	4	10
71	P71	Diah Ayu Putri	5	5	5	5	15	5	5	5	5	15	4	4	5	5	5	14	5	5	5	15	5	5	5	5	15
72	P72	Alfardi S.	4	5	5	5	14	4	5	5	5	14	4	4	5	5	5	14	4	4	5	14	4	5	5	5	14
73	P73	Enhil Sandi Pradhana	3	5	5	5	13	3	5	5	5	13	3	3	5	4	4	12	3	5	5	13	3	5	5	5	13
74	P74	Fera A.	5	5	2	2	12	5	5	5	2	12	5	4	5	4	5	14	5	5	2	12	5	5	5	4	14
75	P75	Ruth Purwatiningsih	5	5	2	2	12	5	5	5	3	13	5	4	5	4	5	14	5	5	4	14	5	5	5	5	15
76	P76	Muhammad Syafid	5	5	2	2	12	5	5	5	2	12	5	4	5	5	5	14	5	5	4	14	5	4	3	3	12
77	P80	Irfan Hariansyah	5	5	3	3	13	5	5	5	4	14	5	5	5	5	5	15	5	5	5	15	5	5	5	5	15
78	P83	A. Syahidiah Ameny	5	5	2	2	12	5	5	5	4	14	5	3	5	3	5	13	5	5	4	14	5	5	5	5	15
79	P85	Yuliana	5	5	3	3	13	5	5	5	4	14	5	5	5	5	5	15	5	5	4	14	5	5	5	5	15
80	P79	Novita S	5	5	3	3	13	5	5	5	4	14	5	5	5	5	5	15	5	5	4	14	5	5	5	5	15
81	P86	Musyawir	5	5	3	3	13	5	5	5	5	15	5	4	5	5	5	14	5	5	4	14	5	5	5	5	15
82	P77	Agus Salim Samud	3	4	5	5	12	5	4	4	5	14	5	5	4	5	5	14	5	4	5	14	5	4	5	5	14
83	P78	Nifa Suci	3	4	5	5	12	5	4	5	4	5	14	5	4	5	5	14	5	4	5	14	5	4	5	5	14
84	P81	Syahrul Gharisa	5	5	4	4	14	5	5	5	5	15	5	5	5	5	5	15	5	5	4	14	5	5	5	4	14
85	P82	Refian Aulia W.	5	5	4	4	14	5	5	5	4	14	5	5	5	4	4	14	5	5	4	14	5	5	5	4	14
86	P84	Muhammad Aqsha	4	5	4	4	13	4	5	4	5	4	13	4	5	4	4	13	4	5	4	13	4	5	4	5	13
87	P87	Firmansyah	3	5	5	4	12	3	5	4	4	12	3	3	5	4	4	12	3	5	4	12	3	5	4	4	12
Jumlah			333	330	334	997		314	332	326	375	972	288	350	307	945		330	349	334	1013	311	352	332	995		
Rata-rata			3,83	3,79	3,84		3,61	3,82	3,75				3,31	4,02	3,53		3,79	4,01	3,84		3,57	4,05	3,82				
SD			0,87	0,98	0,89		0,87	0,87	0,81				1,07	0,89	1,10		0,88	0,83		0,95	0,94	0,86	0,90				

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

LEMBAR UJI ORGANOLEPTIK

Nama Produk : Fruit Leather Buah Manggis

Nama Panelis :

Tanggal Pengujian :

Instruksi :

1. Nyatakan penilaian Anda pada pernyataan yang sesuai dengan penilaian Anda.
2. Silahkan netralkan indera pengecap Anda dengan berkumur dan minum terlebih dahulu sebelum menilai contoh berikutnya.
3. Mohon untuk **tidak membandingkan** antar contoh saat Anda melakukan penilaian dengan tidak mengingat contoh sebelumnya ketika melakukan penilaian terhadap contoh selanjutnya.
4. Setelah selesai mencicipi, silahkan memberikan komentar pada tempat yang disediakan.
5. Mohon untuk tidak tergesa-gesa.

Keterangan Skala

Skala	Atribut				
	Warna	Aroma	Rasa	Tekstur	Keseluruhan
1	Sangat tidak suka				
2	Tidak suka				
3	Netral				
4	Suka				
5	Sangat suka				

Tuliskan angka sesuai penilaian Anda.

Penilaian terhadap atribut	Kode contoh		
	210	563	922
Warna			
Aroma			
Rasa			
Tekstur			
Keseluruhan			

Komentar

.....
.....

Hasil analisis ANOVA organoleptik *fruit leather* manggis

Oneway

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Warna	Between Groups	.100	2	.050	.060	.942
	Within Groups	214.437	258	.831		
	Total	214.536	260			
Aroma	Between Groups	1.931	2	.966	1.338	.264
	Within Groups	186.207	258	.722		
	Total	188.138	260			
Tekstur	Between Groups	23.195	2	11.598	11.072	.000
	Within Groups	270.253	258	1.047		
	Total	293.448	260			
Keseluruhan	Between Groups	2.307	2	1.153	1.466	.233
	Within Groups	203.011	258	.787		
	Total	205.318	260			
Rasa	Between Groups	9.663	2	4.831	5.989	.003
	Within Groups	208.138	258	.807		
	Total	217.801	260			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

Warna

Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05
		1
Enkapsulat 1,0%	87	3.7931
Enkapsulat 0,5%	87	3.8276
Enkapsulat 1,5%	87	3.8391
Sig.		.757

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 87.00

Aroma

Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05
		1
Enkapsulat 0,5%	87	3.6092
Enkapsulat 1,5%	87	3.7471
Enkapsulat 1,0%	87	3.8161
Sig.		.131

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 87.00

Tekstur

Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Enkapsulat 0,5%	87	3.3103	
Enkapsulat 1,5%	87	3.5287	
Enkapsulat 1,0%	87		4.0230
Sig.		.161	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 87.00

Rasa

Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05
		1
Enkapsulat 0,5%	87	3.7931
Enkapsulat 1,5%	87	3.8391
Enkapsulat 1,0%	87	4.0115
Sig.		.127

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 87.00

Keseluruhan

Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Enkapsulat 0,5%	87	3.5747	
Enkapsulat 1,5%	87	3.8161	3.8161
Enkapsulat 1,0%	87		4.0460
Sig.		.093	.077

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 87.00

1. Kadar Air

No	Sampel	UI	Berat cawan (g)	Berat sampel awal (g)	Berat cawan + berat sampel (g)	Berat sampel akhir (g)	% Kadar air (bb)	Rata-rata	SD
1	F0	1	25,4732	2,0085	27,2210	1,7478	12,9798	12,97	0,016
		2	24,7485	2,0043	26,4931	1,7446	12,9571		
2	F1	1	27,4656	2,0078	29,2189	1,7533	12,6756	12,64	0,049
		2	25,2711	2,0356	27,0501	1,7790	12,6056		
3	F2	1	22,8117	2,0334	24,5990	1,7873	12,1029	12,15	0,064
		2	21,0272	2,0076	22,7900	1,7628	12,1937		
4	F3	1	24,8826	2,0695	26,7123	1,8297	11,5873	11,57	0,022
		2	22,3962	2,0431	24,2032	1,8070	11,5560		

2. Kadar Abu

No	Sampel	UI	Berat cawan (g)	Berat sampel awal (g)	Berat cawan + berat sampel (g)	Berat sampel akhir (g)	% Kadar abu (%bb)	Rata-rata	% Kadar abu (%bk)	Rata-rata	SD
1	F0	1	25,4732	1,8432	25,5437	0,0705	3,82	3,75	4,40	4,31	0,124
		2	24,7485	1,8624	24,8169	0,0684	3,67		4,22		
2	F1	1	27,4656	1,7533	27,5373	0,0717	4,09	4,07	4,68	4,66	0,032
		2	25,2711	1,7790	25,3432	0,0721	4,05		4,64		
3	F2	1	22,8117	1,7873	22,8890	0,0773	4,32	4,34	4,92	4,94	0,034
		2	21,0272	1,7628	21,1041	0,0769	4,36		4,97		
4	F3	1	24,8826	1,8297	24,9680	0,0854	4,67	4,66	5,28	5,27	0,012
		2	22,3962	1,8070	22,4803	0,0841	4,65		5,26		

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh isi tulisan ini untuk tujuan komersial atau untuk tujuan lain yang memerlukan pengutipan.

2. Dilarang mengutip atau menyalin sebagian atau seluruh isi tulisan ini untuk tujuan komersial atau untuk tujuan lain yang memerlukan pengutipan.

3. Dilarang mengutip atau menyalin sebagian atau seluruh isi tulisan ini untuk tujuan komersial atau untuk tujuan lain yang memerlukan pengutipan.

3. Kadar Lemak

IPB

Hak cipta milik IPB University

No	Sampel	U1	Berat labu	Berat	Berat	Berat sampel akhir (g)	% Kadar lemak (bb)	Rata-rata	% Kadar lemak (bk)	Rata-rata	SD
			(g)	labu	sampel awal (g)						
1	F0	1	103,4732	3,0016	103,4741	0,0009	0,0300	0,04	0,0345	0,04	0,011
		2	108,5485	3,0046	108,5498	0,0013	0,0433				
2	F1	1	101,6790	3,0509	101,6832	0,0042	0,1377	0,12	0,1576	0,14	0,025
		2	108,4987	3,0011	108,5019	0,0032	0,1066				
3	F2	1	110,9289	3,0797	110,9730	0,0441	1,4320	1,43	1,6291	1,62	0,007
		2	101,6520	3,0305	101,6951	0,0431	1,4222				
4	F3	1	108,5889	3,0455	108,6454	0,0565	1,8552	1,78	2,0983	2,01	0,121
		2	103,9365	3,0211	103,9880	0,0515	1,7047				

4. Kadar Protein

No	Sampel	U1	Berat sampel (mg)	V HCl (mL)	N HCl	bm N	FK	% Kadar protein (bb)	Rata-rata	% Kadar protein (bk)	Rata-rata	SD
1	F0	1	251,7000	4,9000	0,0110	14,007	6,25	0,3000	1,87	2,15	2,20	0,062
		2	222,1000	4,5000	0,0110	14,007	6,25	0,3122	1,95	2,24		
2	F1	1	252,4732	7,9500	0,0110	14,007	6,25	0,4852	3,03	3,47	3,55	0,103
		2	249,7485	8,2000	0,0110	14,007	6,25	0,5059	3,16	3,62		
3	F2	1	252,0000	9,9000	0,0110	14,007	6,25	0,6053	3,78	4,30	4,13	0,239
		2	289,0000	10,4500	0,0110	14,007	6,25	0,5571	3,48	3,97		
4	F3	1	251,2000	9,9700	0,0110	14,007	6,25	0,6115	3,82	4,32	4,73	0,569
		2	211,3000	9,9500	0,0110	14,007	6,25	0,7255	4,53	5,13		

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

No	Sampel	UI	% Karbohidrat (bb)	Rata-rata	% Karbohidrat (bk)	Rata-rata	SD
1	F0	1	81,29	81,33	93,42	93,45	0,052
		2	81,38		93,49		
2	F1	1	80,07	80,07	91,69	91,65	0,045
		2	80,07		91,62		
3	F2	1	78,36	78,45	89,15	89,30	0,212
		2	78,54		89,45		
4	F3	1	78,07	77,81	88,30	87,99	0,436
		2	77,55		87,68		

Hasil analisis ANOVA proksimat *fruit leather* manggis

Oneway

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Air	Between Groups	2.224	3	.741	405.176	.000
	Within Groups	.007	4	.002		
	Total	2.232	7			
Abu	Between Groups	.910	3	.303	92.990	.000
	Within Groups	.013	4	.003		
	Total	.923	7			
Lemak	Between Groups	6.130	3	2.043	525.132	.000
	Within Groups	.016	4	.004		
	Total	6.145	7			
Protein	Between Groups	7.038	3	2.346	23.589	.005
	Within Groups	.398	4	.099		
	Total	7.436	7			
Karbohidrat	Between Groups	35.532	3	11.844	195.689	.000
	Within Groups	.242	4	.061		
	Total	35.774	7			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

Kadar Air

Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
Enkapsulat 1,5%	2	11.5717			
Enkapsulat 1,0%	2		12.1483		
Enkapsulat 0,5%	2			12.6406	
Enkapsulat 0%	2				12.9685
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.00

Kadar Abu

Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
Enkapsulat 0 %	2	3.7450			
Enkapsulat 0,5%	2		4.0700		
Enkapsulat 1,0%	2			4.3400	
Enkapsulat 1,5%	2				4.6600
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.00

Kadar Lemak

Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
Enkapsulat 0%	2	.0421			
Enkapsulat 0.5%	2		.1400		
Enkapsulat 1.0%	2			1.6244	
Enkapsulat 1.5%	2				2.0129
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.00

Kadar Protein

Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
Enkapsulat 0%	2	2.1950			
Enkapsulat 0.5%	2		3.5450		
Enkapsulat 1.0%	2			4.1350	
Enkapsulat 1.5%	2				4.7250
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.00

Kadar Karbohidrat

Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
Enkapsulat 1.5%	2	87.9900			
Enkapsulat 1.0%	2		89.3000		
Enkapsulat 0.5%	2			91.6550	
Enkapsulat 0%	2				93.4550
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

Lampiran 6 Hasil analisis sifat fisik *fruit leather* manggis

1. Aktivitas Air (a_w)

No	Sampel	Ul	Aktivitas Air	Rata-rata	SD
1	F1	1	0,572	0,57	0,002
		2	0,569		
		3	0,569		
2	F2	1	0,561	0,56	0,001
		2	0,563		
		3	0,563		
3	F3	1	0,544	0,54	0,003
		2	0,538		
		3	0,539		

2. Tekstur

No	Sampel	Ul	Tekstur (Hardness)	Rata-rata	SD
1	F1	1	256,4	243,1	18,266
		2	222,3		
		3	250,7		
2	F2	1	246,2	270,5	29,610
		2	303,5		
		3	261,9		
3	F3	1	331,4	331,6	4,452
		2	336,1		
		3	327,2		

3. Derajat Keasaman (pH)

No	Sampel	Ul	pH	Rata-rata	SD
1	F1	1	3,39	3,39	0,006
		2	3,39		
		3	3,38		
2	F2	1	3,39	3,39	0,000
		2	3,39		
		3	3,39		
3	F3	1	3,41	3,40	0,012
		2	3,39		
		3	3,39		



Hasil analisis ANOVA sifat fisik *fruit leather* manggis

Oneway

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Aktivitas Air (a_w)	Between Groups	.001	2	.001	145.523	.000
	Within Groups	.000	6	.000		
	Total	.001	8			
Tekstur	Between Groups	12296.282	2	6148.141	14.993	.005
	Within Groups	2460.380	6	410.063		
	Total	14756.662	8			
Derajat Keasaman (pH)	Between Groups	.000	2	.000	1.400	.317
	Within Groups	.000	6	.000		
	Total	.000	8			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

Aktivitas Air (a_w)

Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
Enkapsulat 1,5%	3	.5403		
Enkapsulat 1,0%	3		.5623	
Enkapsulat 0,5%	3			.5700
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.00

Tekstur

Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Enkapsulat 0,5 %	3	243.1333	
Enkapsulat 1,0%	3	270.5333	
Enkapsulat 1,5%	3		331.5667
Sig.		.225	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.00

Derajat Keasaman (pH)

Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05
		1
Enkapsulat 0,5%	3	3.3867
Enkapsulat 1,0%	3	3.3900
Enkapsulat 1,5%	3	3.3967
Sig.		.163

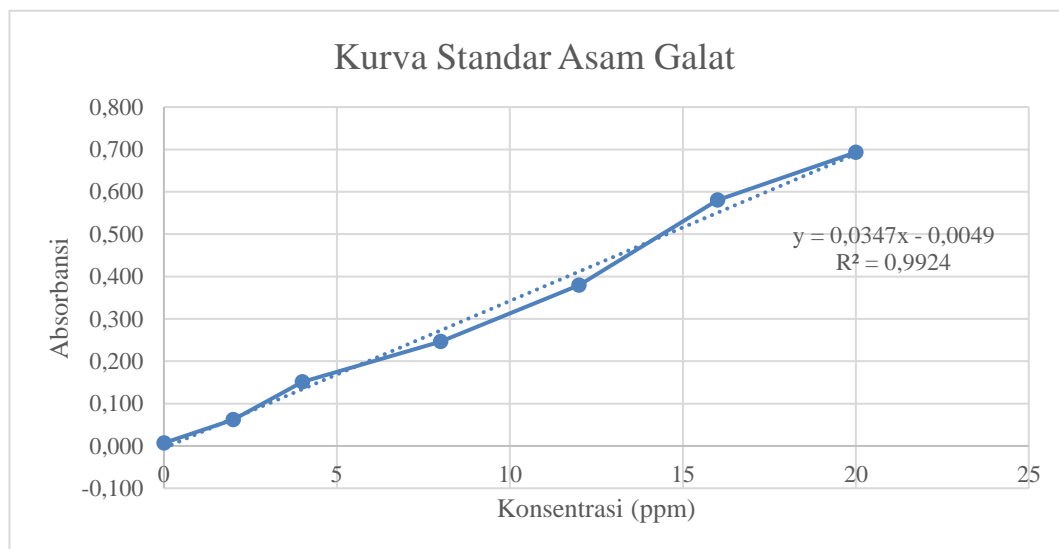
Means for groups in homogeneous subsets are displayed

^a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.00

@Hal cipta milik IPB University

Lampiran 7 Hasil analisis total fenol *fruit leather* manggis

1. Kurva standar asam galat



No	V Stok (mL)	V Total (mL)	Konsentrasi (ppm)	Abs Blangko	Abs Sampel
1	0,00	10,00	0	0,007	0,007
2	0,1	10,00	2	0,007	0,062
3	0,2	10,00	4	0,007	0,151
4	0,4	10,00	8	0,007	0,246
5	0,6	10,00	12	0,007	0,379
6	0,8	10,00	16	0,007	0,580
7	1	10,00	20	0,007	0,693

2. Hasil analisis total fenol



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University

No	Sampel	Ulangan	Abs Sampel	Nilai x	g sampel	(mg GAE/g sampel)	Rata-rata	SD
1	F0	1	0,127	3,801	2,000	0,380	0,37	0,073
		2	0,153	4,550	2,000	0,455		
		1	0,122	3,657	2,000	0,366		
		2	0,091	2,764	2,000	0,276		
		1	0,188	5,559	2,000	0,556	0,54	0,018
		2	0,185	5,473	2,000	0,547		
2	F1	1	0,175	5,184	2,000	0,518		
		2	0,177	5,242	2,000	0,524		
		1	0,318	9,305	2,000	0,931	0,94	0,022
		2	0,311	9,104	2,000	0,910		
3	F2	1	0,329	9,622	2,000	0,962		
		2	0,323	9,450	2,000	0,945		
		1	0,409	11,928	2,000	1,193	1,13	0,127
		2	0,398	11,611	2,000	1,161		
4	F3	1	0,417	12,159	2,000	1,216		
		2	0,321	9,392	2,000	0,939		

Hasil analisis ANOVA total fenol *fruit leather* manggis

Oneway

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.854	3	.951	306.317	.000
Within Groups	.012	4	.003		
Total	2.866	7			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

Total Fenol

Duncan^a

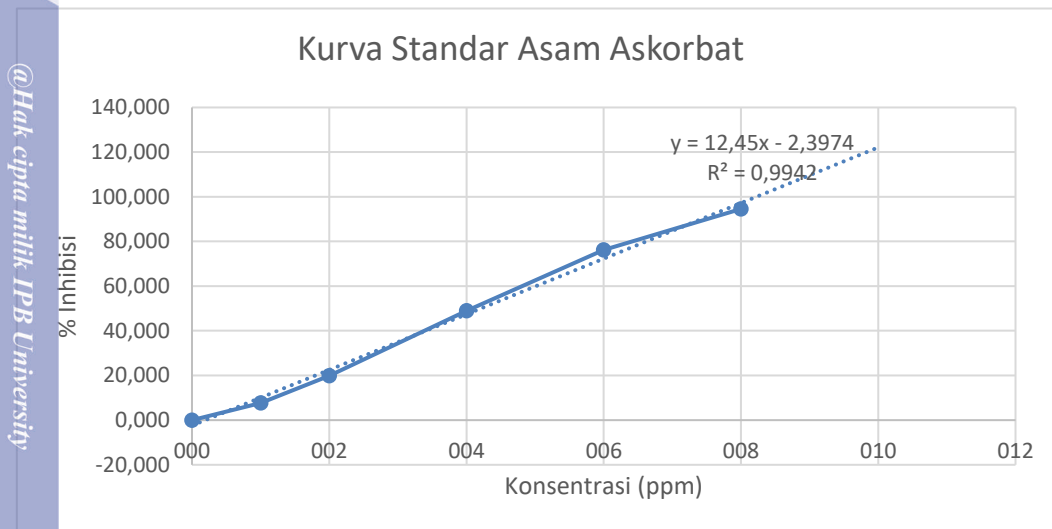
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
Enkapsulat 0%	2	.4475			
Enkapsulat 0,5%	2		1.4050		
Enkapsulat 1,0%	2			1.7975	
Enkapsulat 1,5%	2				2.0020
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.00

Lampiran 8 Hasil analisis aktivitas antioksidan *fruit leather* manggis

1. Kurva standar asam askorbat



No	V Stok (mL)	V Total (mL)	Konsentrasi (ppm)	Abs Blangko	Abs Sampel	% Inhibisi
1	0,00	10,00	000	1,761	1,761	0,000
2	0,1	10,00	001	1,761	1,626	7,666
3	0,2	10,00	002	1,761	1,412	19,818
4	0,4	10,00	004	1,761	0,900	48,893
5	0,6	10,00	006	1,761	0,420	76,150
6	0,8	10,00	008	1,761	0,096	94,549
7	1	10,00	010	1,761		

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

2. Hasil analisis aktivitas antioksidan

@Hak cipta milik IPB University

No	Sampel	Ulangan	Abs Blangko	Abs Sampel	Blangko- Abs	Berat sampel	% Inhibisi	Rata- rata	SD	Nilai X	Aktivitas Antioksidan (AEAC)	Rata- rata	SD
2	F0	1	1,761	1,191	0,570	1000	32,37	33,09	0,755	5,431	0,54	0,54	0,001
			1,761	1,187	0,574	1000	32,60			5,433	0,54		
		2	1,761	1,162	0,599	1000	34,01			5,443	0,54		
3	F1		1,761	1,173	0,588	1000	33,39			5,438	0,54		
		1	1,761	0,466	1,295	1000	73,54	73,08	0,385	5,733	0,57	0,57	0,000
			1,761	0,471	1,290	1000	73,25			5,731	0,57		
4	F2	2	1,761	0,481	1,280	1000	72,69			5,727	0,57		
			1,761	0,478	1,283	1000	72,86			5,728	0,57		
		1	1,761	0,429	1,332	1000	75,64	75,64	0,123	5,749	0,57	0,57	0,000
5	F3		1,761	0,427	1,334	1000	75,75			5,750	0,57		
		2	1,761	0,428	1,333	1000	75,70			5,749	0,57		
			1,761	0,432	1,329	1000	75,47			5,747	0,57		
		1	1,761	0,409	1,352	1000	76,77	77,04	0,276	5,757	0,58	0,58	0,000
			1,761	0,398	1,363	1000	77,40			5,762	0,58		
		2	1,761	0,403	1,358	1000	77,12			5,760	0,58		
			1,761	0,407	1,354	1000	76,89			5,758	0,58		

Hasil analisis ANOVA aktivitas antioksidan *fruit leather* manggis

Oneway

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Inhibisi	Between Groups	2683.164	3	894.388	3750.448	.000
	Within Groups	.954	4	.238		
	Total	2684.118	7			
AEAC	Between Groups	.001	3	.000	3910.333	.000
	Within Groups	.000	4	.000		
	Total	.001	7			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

Inhibisi

Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
Enkapsulat 0%	2	33.0900			
Enkapsulat 0,5%	2		73.0850		
Enkapsulat 1,0%	2			75.6400	
Enkapsulat 1,5%	2				77.0450
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.00

AEAC

Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
Enkapsulat 0%	2	.5435			
Enkapsulat 0,5%	2		.5730		
Enkapsulat 1,0%	2			.5750	
Enkapsulat 1,5%	2				.5760
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.00

Lampiran 9 Hasil analisis aktivitas antihiperglikemik *fruit leather* manggis1. Data inhibisi α -amilase sampel dan standar akarbosa

No	Sampel	Absorbansi		% Inhibisi		Rata-rata
		UI 1	UI 2	UI 1	UI 2	
1	Blanko	0,033	0,048	0	0	0
	Kontrol (+)	0,158	0,167			
2	Kontrol (-)	1,675	1,713	202,40	205,88	204,14
	Standar akarbosa	1,547	1,587			

No	Sampel	Absorbansi		% Inhibisi		Rata-rata
		UI 1	UI 2	UI 1	UI 2	
1	Blanko	0,033	0,048	0	0	0
	Kontrol (+)	0,158	0,167			
2	Kontrol (-)	0,063	0,067	58,40	54,62	56,51
	Sampel F0	0,115	0,121			

No	Sampel	Absorbansi		% Inhibisi		Rata-rata
		UI 1	UI 2	UI 1	UI 2	
1	Blanko	0,033	0,048	0	0	0
	Kontrol (+)	0,158	0,167			
2	Kontrol (-)	0,103	0,185	95,20	96,64	95,92
	Sampel F1	0,109	0,189			

No	Sampel	Absorbansi		% Inhibisi		Rata-rata
		UI 1	UI 2	UI 1	UI 2	
1	Blanko	0,033	0,048	0	0	0
	Kontrol (+)	0,158	0,167			
2	Kontrol (-)	0,433	0,405	108,00	110,08	109,04
	Sampel F2	0,423	0,393			

No	Sampel	Absorbansi		% Inhibisi		Rata-rata
		UI 1	UI 2	UI 1	UI 2	
1	Blanko	0,033	0,048	0	0	0
	Kontrol (+)	0,158	0,167			
2	Kontrol (-)	0,633	0,769	116,00	121,85	118,92
	Sampel F3	0,613	0,743			

Keterangan :

Blanko dan kontrol (-) = tanpa pemberian enzim

Kontrol (+) dan sampel = dengan pemberian enzim

Rumus % inhibisi = $\{(A1-A2)/A1\} \times 100\%$

Keterangan :

A1 = absorbansi kontrol (+) – absorbansi blanko

A2 = absorbansi sampel – absorbansi kontrol (-)

No	Kode Sampel	UI	% Inhibisi	Rata-rata	SD	% Inhibisi relatif	Rata-rata	SD
1	Standar akar-bosa	1	204,14	204,14	0,00	100,00	100,00	0,00
		2	204,14			100,00		
3	F0	1	58,40	56,51	2,67	28,61	27,68	1,31
		2	54,62			26,76		
4	F1	1	95,20	95,92	1,02	46,63	46,99	0,50
		2	96,64			47,34		
5	F2	1	108,00	109,04	1,47	52,90	53,42	0,72
		2	110,08			53,93		
6	F3	1	116,00	118,92	4,14	56,82	58,26	2,03
		2	121,85			59,69		

Keterangan :

Inhibisi relatif yaitu % inhibisi sampel dibagi dengan %inhibisi standar akar-bosa dikalikan 100%.

Contoh perhitungan % inhibisi relatif untuk sampel F0 = $(56,51/204,14) \times 100\% = 27,68\%$



Hasil analisis ANOVA aktivitas antihiperlikemik *fruit leather* manggis

Oneway

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Inhibisi	Between Groups	23527.620	4	5881.905	1071.173	.000
	Within Groups	27.455	5	5.491		
	Total	23555.076	9			
Inhibisi Relatif	Between Groups	5645.475	4	1411.369	1067.246	.000
	Within Groups	6.612	5	1.322		
	Total	5652.087	9			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

Inhibisi

Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	
Enkapsulat 0%	2	56.5100				
Enkapsulat 0,5%	2		95.9200			
Enkapsulat 1,0%	2			109.0400		
Enkapsulat 1,5%	2				118.9250	
Standar Akarbosa	2					204.1400
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.00

Inhibisi Relatif

Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
Enkapsulat 0%	2	27.6850				
Enkapsulat 0,5%	2		46.9850			
Enkapsulat 1,0%	2			53.4150		
Enkapsulat 1,5%	2				58.2550	
Standar Akarbosa	2					100.0000
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.00

Lampiran 10 Dokumentasi penelitian tahap I

@Hak cipta milik IPB University



Penepungan kulit manggis



Ekstraksi kulit manggis



Enkapsulasi ekstrak kulit manggis

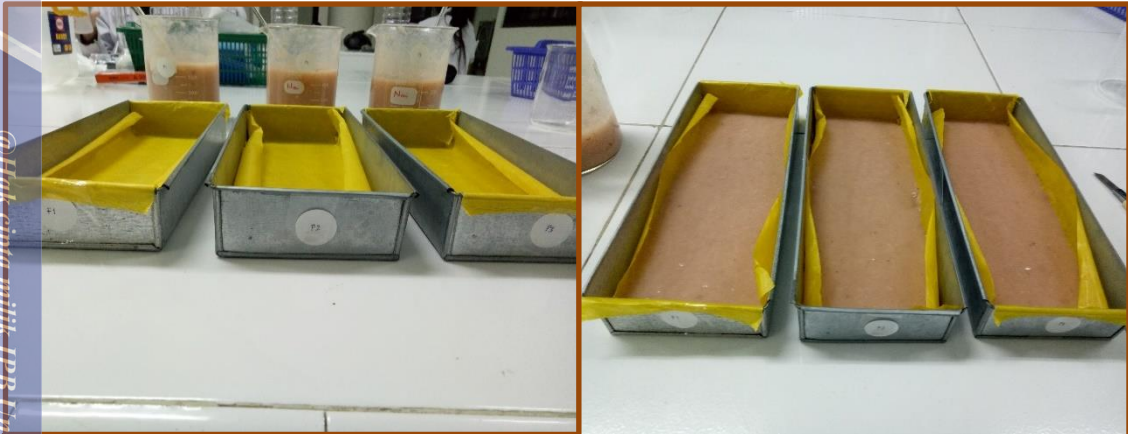
@Hak cipta milik IPB University

IPB University

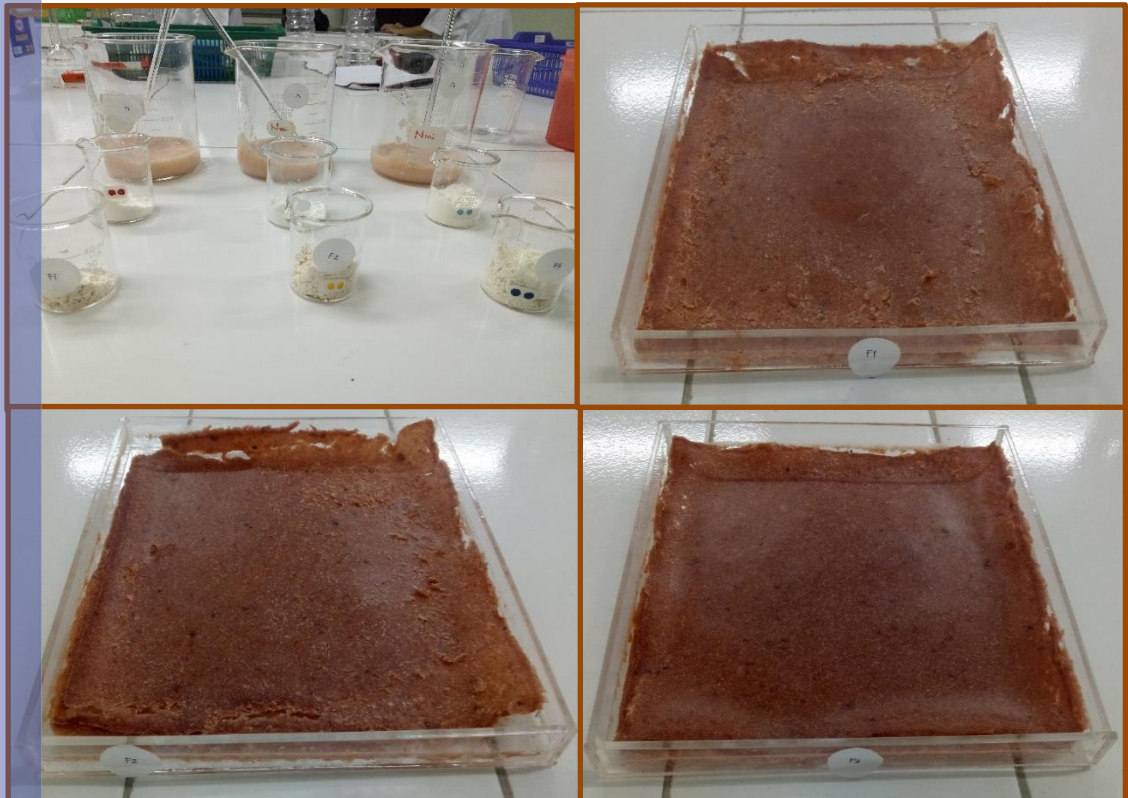
- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 11 Dokumentasi penelitian tahap II

@Hak cipta milik IPB University



Trials formulasi fruit leather



Pembuatan fruit leather

Lampiran 12 Dokumentasi penelitian tahap III



@Hak cipta milik IPB University

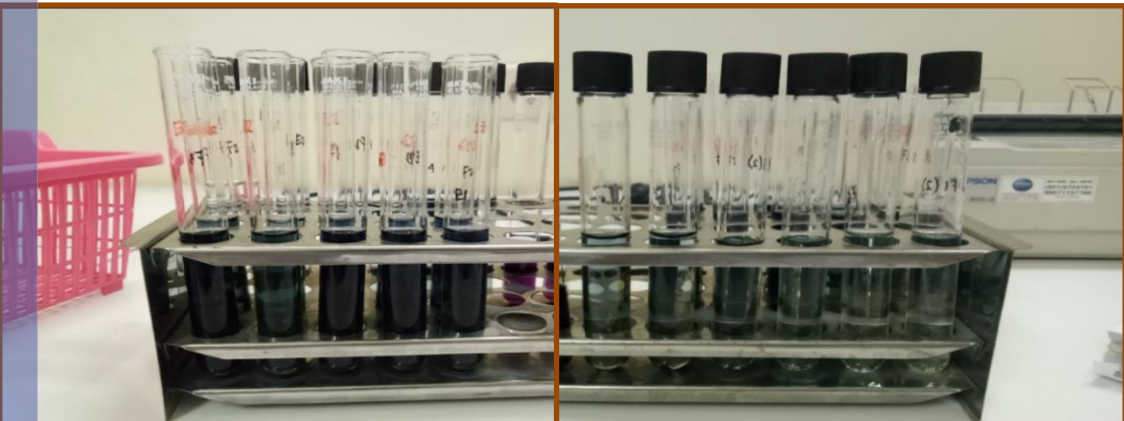
IPB University

@Hak cipta milik IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



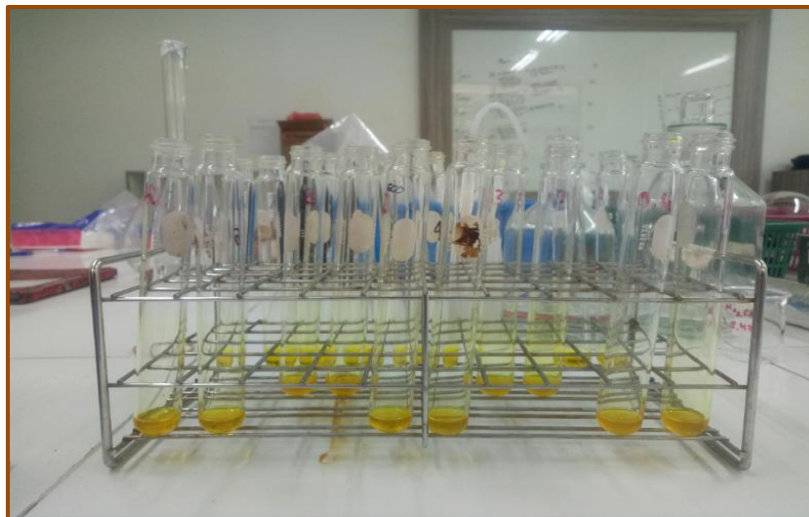
Uji proksimat *fruit leather*



Uji total fenol *fruit leather*



Uji antioksidan *fruit leather*



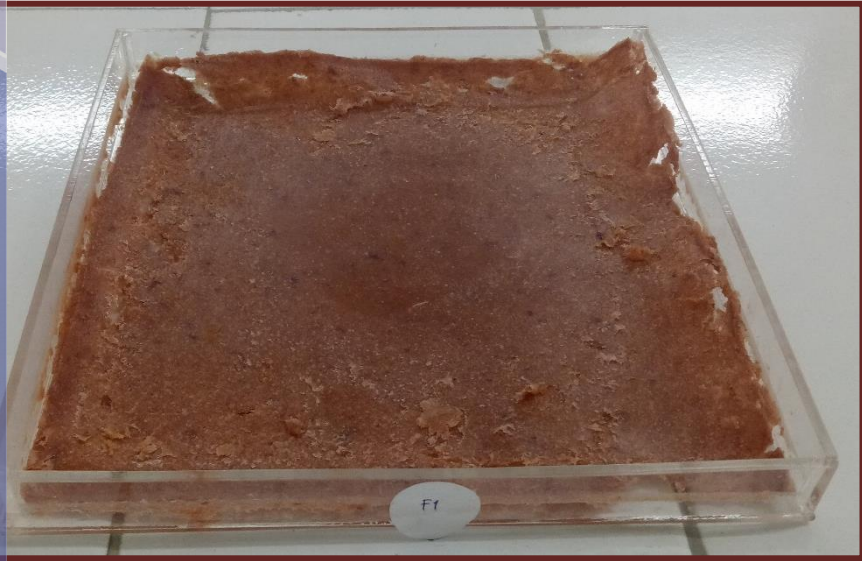
Uji inhibisi α -amilase *fruit leather*

@Hak cipta milik IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 13 Produk akhir *fruit leather*

@Hak cipta milik IPB University



Formula 1 (F1)



Formula 2 (F2)

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Formula 3 (F3)

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Ujung Pandang pada tanggal 2 Oktober 1992 sebagai anak ke 5 dari 6 bersaudara dari pasangan bapak H. Abd. Djalil Salam, SE.(Alm.) dan ibu Hj. St. Sukinah Sonda. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SDN. Sudirman Makassar pada tahun 2004, pendidikan lanjutan pertama di MTs. Pesantren An Nahdlah Makassar pada tahun 2007, pendidikan lanjutan atas di MA Pesantren An Nahdlah Makassar pada tahun 2010, dan studi Strata-1 di Program Studi Ilmu Gizi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin pada tahun 2014. Sebelum penulis melanjutkan kuliah di Sekolah Pascasarjana Magister Ilmu Pangan IPB University pada tahun 2018, penulis pernah mengabdikan diri di Pondok Pesantren An Nahdlah Makassar tahun 2014 hingga 2018.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.