

**FORMULASI BAHAN PENGENYAL DALAM PRODUKSI
MARSHMALLOW EKSTRAK DAUN *BLACK MULBERRY* (*Morus Nigra*)**

TUGAS AKHIR

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Kelulusan Sarjana Teknik
Program studi Teknologi Pangan*

Oleh:

Dinny Yunita Maharani

123020249



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2016**

**FORMULASI BAHAN PENGENYAL DALAM PRODUKSI
MARSHMALLOW EKSTRAK DAUN *BLACK MULBERRY* (*Morus Nigra*)**

Oleh :

**Dinny Yunita Maharani
(123020249)**

Telah Diperiksa dan Disetujui Oleh:

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

(Dr. Ir. H. Dede Zainal Arief. M.Sc)

(Dr. Ir. Yusman Taufik., MP)

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum wr.wb.

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir dengan judul “Formulasi Bahan Pengenyal Dalam Produksi *Marshmallow* Ekstrak Daun *Black Mulberry (Morus Nigra)*”.

Shalawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada kita Nabi besar Muhammad SAW., keluarganya, sahabatnya, dan semoga sampai umat dan kaumnya sampai akhir zaman, Aamiin.

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan di Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Teknik Universitas Pasundan Bandung. Tugas akhir ini telah disusun dengan dorongan, motivasi dan bantuan dari berbagai pihak, oleh karenanya penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Dr. Ir. Dede Zainal Arief. M.Sc selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan pada penulis.
2. Dr. Ir. Yusman Taufik, MP., selaku dosen pendamping yang telah banyak meluangkan waktu memberikan bimbingan dan arahan pada penulis.
3. Dra. Hj. Ela Turmala Sutrisno, M.Si. selaku penguji dan koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan Bandung

4. H.Engkon SPd dan Hj.Tati Herawati SPd.Sd selaku orang tua penulis, yang senantiasa mendo'akan dan memberi semangat serta bantuan kepada penulis selama ini.
5. Rizky Intasari, Melia Fajar J, Qony Qonyatul Q, Tria Amelia, Tia Nanda, Fitri Noerhalimah, Azizah Aulia, Safira N H, Sintia Nensih, Nadhila Sabrina yang selalu memberikan semangat dan motivasi dalam menyelesaikan tugas akhir penelitian ini.
6. Rekan – rekan Kelas E dan Banana Bee untuk kebersamaannya, motivasi serta masukannya, tetap semangat dan segera menyusul untuk melakukan penyusunan tugas akhir ini.
7. Kepada semua Staf dan Karyawan Teknologi Pangan yang telah banyak membantu.

Harapan penulis, semoga laporan Tugas Akhir ini selain untuk memenuhi persyaratan kelulusan di Prodi Teknologi Pangan Universitas Pasundan, juga dapat memberikan sumbangan ilmu yang nyata dan bermanfaat baik itu secara teoritis maupun aplikatif.

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
ABSTRAK	x
ABSTRACT.....	xi
I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Identifikasi Masalah	4
1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian.....	5
1.4. Manfaat Penelitian	5
1.5. Kerangka Pemikiran.....	5
1.6. Hipotesis Penelitian.....	11
1.7. Tempat dan Waktu	12
II TINJAUAN PUSTAKA.....	13
2.1. Daun Black Mulberry.....	13
2.2. Pektin.....	16
2.3. Gelatin.....	18
2.4. <i>Marshmallow</i>	19
2.5. Bahan tambahan Pembuatan <i>Marshmallow</i>	22
2.5.1. Sukrosa	22
2.5.2. Sirup Glukosa	25
2.5.3. Air.....	27
2.5.4. Bahan Pelapis.....	28
2.6. Design Expert.....	28
III BAHAN DAN METODE PENELITIAN	32
3.1. Bahan dan Alat Yang Digunakan.....	32
3.1.1. Bahan yang digunakan.....	32

	Halaman
3.1.2. Alat yang digunakan	32
3.2. Metode Penelitian.....	33
3.2.1. Tahap I.....	35
3.2.2. Tahap II.....	35
3.2.3. Tahap III	35
3.2.4. Tahap IV	35
3.2.5. Analisis Produk.....	40
3.3. Deskripsi Penelitian	41
3.3.1. Deskripsi Penelitian Tahap II (Pendahuluan)	41
3.3.2. Deskripsi Penelitian Tahap IV (Pembuatan <i>Marshmallow</i>)	42
3.4. Prosedur Penelitian.....	44
3.4.1. Prosedur Penelitian Tahap II	44
3.4.2. Prosedur Penelitian Tahap IV	45
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	46
4.1. Hasil Penelitian Pendahuluan.....	46
4.1.1. Rendemen	47
4.1.2. Analisis Kadar Antioksidan.....	48
4.1.3. Kadar Protein	51
4.1.4. Penentuan Kadar pH.....	53
4.2. Hasil Penelitian Utama.....	54
4.2.1. Hasil Analisis Fisika	55
4.2.2. Hasil Analisa Kimia	63
4.2.3. Hasil Analisis Uji Organoleptik	74
4.4. Formulasi Optimal Terpilih.....	88
4.4.1. Aktivitas Antioksidan <i>Marshmallow</i> Formulasi Terpilih.....	95
V. KESIMPULAN DAN SARAN	97
5.1. Kesimpulan.....	97
5.2. Saran	97
DAFTAR PUSTAKA.....	98
LAMPIRAN	106

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Hasil Analisis Proksimat Berbagai Jenis daun <i>Mulberry</i>	15
2. Syarat Mutu Kembang Gula Lunak Jelly.....	22
3. Syarat Mutu Gula Pasir atau Sukrosa.....	24
4. Pembatasan Formulasi (Variabel Berubah)	38
5. Bahan Tambahan (Variabel Tetap) dalam Jumlah %	38
6. Formulasi <i>marshmallow</i> ekstrak daun <i>black mulberry</i> berdasarkan metode Dx	39
7. Formulasi bahan baku, bahan pengental dan bahan penunjang <i>marshmallow</i> ekstrak daun <i>black mulberry</i>	40
8. Kriteria Uji Skala Mutu Hedonik <i>Marshmallow</i> Ekstrak Daun <i>Black Mulberry</i>	41
9. Data aktivitas antioksidan ekstrak daun <i>black mulberry</i>	49
10. Data pengujian aktivitas antioksidan ekstrak daun <i>black mulberry</i>	49
11. Tingkat kekuatan Antioksidan dengan Metode DPPH	51
12. Formulasi <i>Marshmallow</i> Ekstrak Daun <i>Black Mulberry</i> Berdasarkan Metode Dx	54
13. Hasil Analisis Kekerasan (<i>Hardness</i>)	55
14. Hasil Analisis Kekenyalan (<i>Springness</i>).....	60
15. Hasil Analisis Kadar Protein.....	63
16. Hasil Analisis Kadar Air	67
17. Hasil Analisis pH	71
18. Hasil Analisis Uji Mutu Hedonik dengan Atribut Warna.....	75
19. Hasil Analisis Uji Mutu Hedonik dengan Atribut Rasa.....	80
20. Hasil Analisis Uji Mutu Hedonik dengan Atribut Aroma	82
21. Hasil Analisis Uji Mutu Hedonik dengan Atribut Tekstur	85
22. Perbandingan hasil analisis program <i>design expert</i> metoda <i>d-optimal</i> dengan analisis laboratorium terhadap <i>marshmallow</i> formulasi terpilih.....	94
23. Hasil Aktivitas Antioksidan <i>Marshmallow</i> ekstrak daun <i>black mulberry</i>	95
24. Bahan Tambahan (Variabel Tetap) dalam Jumlah %	117
25. Pembatasan Formulasi	117
26. Data aktivitas antioksidan ekstrak daun <i>black mulberry</i>	124
27. Data pengujian aktivitas antioksidan ekstrak daun <i>black mulberry</i>	124
28. Data aktivitas antioksidan <i>marshmallow</i> ekstrak daun <i>Black mulberry</i>	125

29. Data pengujian aktivitas antioksidan <i>marshmallow</i> ekstrak daun <i>black mulberry</i>	125
30. Nilai pH <i>Marshmallow</i>	135
31. Nilai Organoleptik <i>Marshmallow</i> ekstrak daun <i>Black mulberry</i>	136
32. Hasil Uji Mutu Hedonik Atribut Warna.....	137
33. Hasil Uji Mutu Hedonik Atribut Rasa	138
34. Hasil Uji Mutu Hedonik Atribut Aroma	140
35. Hasil Uji Mutu Hedonik Atribut Tekstur	141
36. Uji Mutu Hedonik Formulasi Terpilih	142
37. Hasil statistik ANAVA terhadap respon kekerasan (hardness)	144
38. Hasil statistik ANAVA terhadap respon kekenyalan (spingness).....	144
39. Hasil statistik ANAVA terhadap analisis kadar protein	144
40. Hasil statistik ANAVA terhadap analisis kadar air.....	145
41. Hasil statistik ANAVA terhadap analisis pH.....	145
42. Hasil statistik ANAVA terhadap analisis Uji Mutu Hedonik dengan Atribut Warna	146
43. Hasil statistik ANAVA terhadap analisis Uji Mutu Hedonik dengan Atribut Rasa	146
44. Hasil statistik ANAVA terhadap analisis Uji Mutu Hedonik dengan Atribut Aroma.....	147
45. Hasil statistik ANAVA terhadap analisis Uji Mutu Hedonik dengan Atribut Tekstur	147

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Jenis Daun <i>Morus Sp</i>	14
2. Marshmallow Komersial.....	20
3. Diagram Alir Penelitian Secara Umum.....	34
4. Diagram Alir Penelitian Pendahuluan Pembuatan Ekstrak daun <i>black mulberry</i>	44
5. Diagram Alir Penelitian Utama Pembuatan <i>marshmallow</i> ekstrak daun <i>black mulberry</i>	45
6. Grafik aktivitas antioksidan ekstrak daun <i>black mulberry</i> pembacaan ke-1.....	49
7. Grafik aktivitas antioksidan ekstrak daun <i>black mulberry</i> pembacaan ke-2.....	49
8. Grafik Formula Optimal Berdasarkan Analisis Kekerasan (<i>Hardness</i>)	59
9. Grafik Formula Optimal Berdasarkan Analisis Kekenyalan (<i>Springness</i>).....	62
10. Reaksi Titrasi Formol.....	65
11. Grafik Formula Optimal Berdasarkan Analisis Kadar Protein	66
12. Grafik Formula Optimal Berdasarkan Analisis Kadar Air	70
13. Grafik Formula Optimal Berdasarkan Analisis pH.....	74
14. Grafik Formula Optimal Berdasarkan Analisis Uji Mutu Hedonik Atribut Warna	79
15. Grafik Formula Optimal Berdasarkan Analisis Uji Mutu Hedonik Atribut Rasa	81
16. Grafik Formula Optimal Berdasarkan Analisis Uji Mutu Hedonik Atribut Aroma.....	84
17. Grafik Formula Optimal Berdasarkan Analisis Uji Mutu Hedonik Atribut Tekstur	88
18. Poin Prediction Formulasi Optimal.....	89
19. Formulasi Optimal <i>Marshmallow</i> Ekstrak Daun <i>Black Mulberry</i>	90
20. Grafik Analisis Kekerasan Formulasi Optimal <i>Marshmallow</i> Ekstrak Daun <i>Black Mulberry</i>	91
21. Grafik Analisis Kekenyalan Formulasi Optimal <i>Marshmallow</i> Ekstrak Daun <i>Black Mulberry</i>	91
22. Grafik Analisis Kadar Protein Formulasi Optimal <i>Marshmallow</i> Ekstrak Daun <i>Black Mulberry</i>	91
23. Grafik Kadar Air Formulasi Optimal <i>Marshmallow</i> Ekstrak Daun <i>Black Mulberry</i>	92

24. Grafik Analisa pH Formulasi Optimal <i>Marshmallow</i> Ekstrak Daun <i>Black Mulberry</i>	92
25. Grafik Atribut Mutu Warna Formulasi Optimal <i>Marshmallow</i> Ekstrak Daun <i>Black Mulberry</i>	93
26. Grafik Atribut Rasa Formulasi Optimal <i>Marshmallow</i> Ekstrak Daun <i>Black Mulberry</i>	93
27. Grafik Atribut Aroma Formulasi Optimal <i>Marshmallow</i> Ekstrak Daun <i>Black Mulberry</i>	93
28. Grafik Atribut Tekstur Formulasi Optimal <i>Marshmallow</i> Ekstrak Daun <i>Black Mulberry</i>	94
29. batasan – batasan ekstrak daun <i>black mulberry</i> yang akan digunakan sebagai bahan baku dan bahan pengenyal (pektin dan gelatin).	118
30. Laporan input data yang akan dipakai dalam program	118
31. Satuan analisis kimia dan uji organoleptik yang akan diuji terhadap produk.....	119
32. Formulasi bahan baku (ekstrak daun <i>black mulberry</i>) dan bahan pengenal (gelatin dan pektin) pada pembuatan <i>marshmallow</i> ekstrak daun <i>black mulberry</i>	119
33. Tabel formulasi dan tabel yang digunakan untuk diisi oleh hasil analisis kadar protein, kadar air, serta hasil uji organoleptik.....	120
34. Pengujian Aktivitas Antioksidan <i>Marshmallow</i> Ekstrak Daun <i>Black Mulberry</i>	125

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Kegiatan Bimbingan Tugas Akhir	107
2. Metode Analisis	109
3. Cara penggunaan Metode DX.....	117
4. Jadwal Kegiatan Penelitian	121
5. Analisis Ekstrak Daun Mulberry.....	123
6. Perhitungan Respon Kimia	127
7. Nilai Respon Organoleptik.....	136
8. Tabel Pengamatan Uji Mutu Hedonik.....	137
9. Uji Fisik Teksture (Texture Analyzer).....	143
10. Hasil Statistik ANAVA.....	144
11. Hasil ANAVA terhadap respon kekerasan	144
12. Hasil ANAVA terhadap respon kekenyalan (Springness)	144
13. Hasil ANAVA terhadap respon Analisis Kadar Protein	144
14. Hasil ANAVA Terhadap Respon Analisis Kadar Air.....	145
15. Hasil ANAVA Terhadap Respon Analisis Kadar pH.....	145
16. Hasil ANAVA terhadap Respon Organoleptik Atribut Warna.....	146
17. Hasil ANAVA Terhadap Respon Organoleptik Atribut Rasa	146
18. Hasil ANAVA Terhadap Respon Organoleptik Atribut Aroma	147
19. Hasil ANAVA Terhadap Respon Organoleptik Atribut Tekstur	147
20. Perhitungan Analisis Formulasi Optimal	148
21. Diagram Alir Pembuatan <i>Marshmallow</i> Ekstrak <i>Daun Black Mulberry</i>	151

ABSTRAK

Maksud dan Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan penelitian mengenai formulasi bahan pembuatan *marshmallow* dengan ekstrak daun *black mulberry* dengan menggunakan program *design expert* metoda *mixture d-optimal*.

Metode yang dilakukan meliputi 4 tahap yaitu tahap pertama persiapan bahan baku, tahap kedua penelitian pendahuluan, tahap ketiga penentuan formulasi, dan tahap empat penelitian utama. Respon kimia meliputi analisis kadar protein, pH, analisis kadar air. Respon organoleptik meliputi warna, rasa, aroma, dan tekstur. Penentuan formulasi ini dilakukan dengan menggunakan *Design Expert* metode *D-Optimal*. Rancangan dilakukan dengan menentukan batas bawah (*low*) dan batas atas (*high*) dari variabel berubah. Bahan variabel berubah yang digunakan yaitu ekstrak daun *black mulberry* 2.5 – 3%, gelatin 7,5 – 8%, pektin 1 – 1,5%. Sedangkan bahan baku variabel tetap diantaranya air 45%, sukrosa 14%, sirup jagung 29%, sehingga didapat 7 formulasi dan diantara 7 formulasi yang telah dilakukan penelitian akan terpilih satu formulasi optimal.

Hasil penelitian utama menunjukkan bahwa penggunaan program *design expert* metoda *mixture design* dapat memberikan formulasi optimal. Formula optimal tersebut *diantara nya adalah* ekstrak daun *black mulberry* sebesar 0,285%, gelatin 7,71%, dan pektin 1,42%. Prediksi dari program *design expert* yaitu dengan kadar protein 0,285%, kadar air 49,49%, kekerasan 1471.3 g/force², kekenyalan 1,490, pH 4,61, Aroma 3,01, Warna 1,93, tekstur 4,17, rasa 3,63.

Kata Kunci : *marshmallow*, ekstrak daun *black mulberry*, *design expert*

ABSTRACT

The purpose of this research is to find out optimal formulation process of marshmallow using black mulberry leaf extract. The formulation is determined using design expert program mixture D-optimal method.

The research consists of four stages: the first stage is preparation of raw materials, the second stage is preliminary research, the third stage is determining the formulation, and stage four is primary research. Chemical response includes the analysis of protein content, pH, water content analysis. Response organoleptic includes color, flavor, aroma, texture. Determination of formulation optimization is performed using Design Expert method D-Optimal. The design is done by determining the lower and upper limit of black mulberry leaf extract 2.5 - 3%, gelatin 7.5 to 8%, and pectin of 1 - 1.5%. as change variable. Fixed variables are 45% water, 14% sucrose, corn syrup 29%, 7 formulations obtained and only one formulation is chosen as optimal formulation.

The main research results show that the use of expert design program with mixture design method can provide optimal formulation for marshmallow black mulberry leaf extract. With the optimal formulation is 0.285% black mulberry leaf extract, 7.71% gelatin, pectin 1.42%. The program predicted an of 0.285% protein content, 49.49% moisture content, hardness 1471.3 g / force², springness 1.490, pH 4.61, 3.01 Aroma, color 1.93, 4.17 texture, flavor 3.63.

Keyword : *Marshmallow, leaf extract black mulberry, design expert*

I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang masalah, identifikasi masalah, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, kerangka pemikiran, hipotesis, tempat dan waktu penelitian.

1.1. Latar Belakang Masalah

Belakangan ini banyak produsen makanan yang memproduksi makanan ringan yang manis seperti macam – macam permen. Salah satu permen yang diminati dan memiliki prospek usaha yang baik adalah *marshmallow*. Usaha *marshmallow* banyak diminati karena selain disukai oleh semua kalangan, *marshmallow* juga dapat diinovasikan dengan berbagai macam bentuk, rasa, warna dan aroma. Pada saat ini produsen berlomba – lomba menarik perhatian masyarakat dengan menghasilkan produk baru yang dimodifikasi dengan rasa baru dan juga terdapat khasiat atau zat gizi yang melimpah yang terkandung didalamnya, seperti panganan fungsional.

Produk pangan fungsional merupakan produk yang dikonsumsi bukan hanya sebagai kebutuhan saja tetapi dapat juga mempunyai khasiat sebagai obat atau minuman. Salah satu produk tersebut dengan karakteristik diatas adalah *Marshmallow* dengan ekstrak daun *black mulberry*. Produk tersebut merupakan produk diversifikasi pada olahan daun *black mulberry* yang bertujuan untuk meningkatkan nilai guna dan nilai ekonomi dari bahan baku produk *marshmallow* yang telah ada. Kebutuhan pangan fungsional saat ini cenderung disukai konsumen, namun *marshmallow* dengan campuran daun *black mulberry* masih belum ada. Atas dasar tersebut akan dilakukan pengembangan terhadap produk dengan menggunakan

daun *black mulberry* yang ada guna memenuhi kebutuhan konsumen.

Daun *black mulberry* memiliki kandungan nutrient yang meliputi 22,83% protein, 71,19% kadar air, 11,68% serat, 1,88% kalsium, 14,70% vitamin C. Protein tersebut banyak terdapat pada pucuk dan daun muda (Nunuh, A. 2012). Dengan tingginya total protein pada daun *black mulberry* diharapkan akan menambah nilai gizi pada *marshmallow* sehingga kaya akan protein dan zat aktif. Ketersediaan daun *black mulberry* yang banyak perlu dimanfaatkan dan diteliti lebih jauh lagi serta lebih beragam sehingga dapat menjadi makanan yang tidak hanya disukai tetapi memiliki kandungan gizi yang lebih.

Selain sebagai penambah zat gizi ekstrak daun *mulberry* juga diharapkan berperan sebagai pewarna alami pada produk *marshmallow*. Pada umumnya pewarna yang digunakan pada makanan kebanyakan pewarna sintetis. Penggunaan pewarna sintetis yang berlebihan dapat menimbulkan dampak yang kurang baik bagi kesehatan. Oleh karena itu diperlukan pigmen atau pewarna alami sebagai alternatif pengganti pewarna sintetis yang dapat diperoleh dari tumbuhan seperti daun *mulberry*.

Salah satu bahan tambahan dalam produk *marshmallow* adalah bahan pembentuk gel. Bahan pembentuk gel diperlukan pada pembuatan *marshmallow* untuk membentuk tekstur jelly atau kenyal. Beberapa bahan pengental mempunyai karakteristik atau ciri khas yang berbeda diantara satu dengan yang lainnya, sehingga perlu dilakukan penelitian guna mengetahui jenis bahan pengental yang baik.

Bahan pengental adalah Suatu jenis bahan makanan yang berfungsi untuk

mengubah cairan menjadi padatan yang elastis. Banyak jenis bahan pengental yang dapat digunakan diantaranya yaitu gelatin, pektin, agar-agar, karagenan, dan lain sebagainya.

Agar -agar memiliki daya gelasi (kemampuan membentuk gel), viskositas (kekentalan), *setting point* (suhu pembentukan gel), dan *melting point* (suhu mencairnya gel) yang sangat menguntungkan untuk dipakai pada industri pangan. Fungsi utama agar-agar adalah sebagai bahan pembuat gel, pemantap, penstabil, pengemulsi, pengental, pengisi, penjernih, dan digunakan pula pada industri makanan yaitu untuk meningkatkan viskositas sup, saus, serta dalam pembuatan *fruit jelly*. Di Eropa dan Amerika agar-agar digunakan sebagai bahan pengental pada industri es krim, jelly, permen dan pastry. Agar-agar juga digunakan dalam pembuatan serbat, es krim, keju, sebagai mengatur keseimbangan dan memberikan kehalusan (Rahayu, 2006). Karagenan juga termasuk gum nabati yang berasal dari alga merah jenis *Eucheuma Spinosum*, *Eucheuma cottoni*, *Eucheuma striatum* yang hidup di daerah tropis. Sifat karagenan yang menonjol adalah dapat larut dalam air dingin, susu dan larutan gula. Karagenan dapat membentuk gel dengan baik sehingga dapat diaplikasikan pada berbagai produk seperti pembentuk gel, penstabil, pensuspensi, pembentuk tekstur emulsi dll, terutama pada produk jelly, saus, jamu, permen sirup, *puding salad dressing*, gel ikan, nugget, produk susu dll (Rahayu, 2006).

Pembentuk gel yang akan digunakan dalam pembuatan *marshmallow* ekstrak daun *black mulberry* ini terdiri dari pektin dan gelatin. Dengan penggunaan dua bahan pengental maka tekstur gel yang didapat akan semakin kuat. Pektin adalah

substansi alami yang terdapat pada sebagian besar tanaman pangan. Selain sebagai elemen struktural pada pertumbuhan jaringan dan komponen utama dari lamella tengah pada tanaman, pektin juga berperan sebagai perekat dan menjaga stabilitas jaringan dan sel. Pektin merupakan senyawa polisakarida dengan bobot molekul tinggi, pektin digunakan sebagai pembentuk gel dan pengental dalam pembuatan *jelly*, *marmalade*, makanan rendah kalori dan dalam bidang farmasi digunakan untuk obat diare (Hariyati, 2006). Gelatin merupakan suatu produk hasil dari proses hidrolisis parsial kolagen. Kolagen merupakan protein fibrosa yang terdapat pada tulang, kartilago dan kulit dan ketiga sumber tersebut sulit untuk dicerna (Barbooti *et al.*, 2008; dan Jayathikalan *et al.*, 2011).

Formulasi bahan pengental dalam pembuatan *marshmallow* dengan penambahan ekstrak daun *mulberry* menggunakan program *design expert* metoda *D-Optimal* dapat menentukan metode terbaik. Metode *design expert* digunakan untuk menentukan formulasi dengan adanya batasan-batasan yang digunakan disetiap komponen bahan dalam pembuatan *marshmallow*. Metode *design expert* yang digunakan yaitu *mixture design* metode *D-Optimal*.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian dalam latar belakang penelitian, maka diperoleh indentifikasi masalah yaitu

1. Bagaimana pengaruh penambahan bahan ekstrak daun *black mulberry*, gelatin dan pektin terhadap karakteristik *marshmallow*.
2. Apakah Program *design expert* metode *mixture d-optimal* akan menghasilkan formulasi *marshmallow* yang optimal.

1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud penyusunan tugas akhir ini adalah untuk melakukan penelitian mengenai formulasi bahan pembuatan *marshmallow* ekstrak daun *black mulberry* dengan menggunakan program *design expert* metoda *mixture d-optimal*.

Tujuan penelitian yang dilakukan adalah untuk mendapatkan formulasi yang terbaik pada pembuatan *marshmallow* dengan menggunakan program *design expert* metoda *mixture d-optimal*. Serta mengetahui sifat – sifat organoleptik, kimia, dan fisik pada *marshmallow* ekstrak daun *mulberry* yang dihasilkan.

1.4. Manfaat Penelitian

1. Sebagai panduan dalam menyusun formula *marshmallow* ekstrak daun *black mulberry*.
2. Meningkatkan minat petani dalam membudidayakan tanaman *mulberry*.
3. Meningkatkan nilai ekonomis dari daun *mulberry*.
4. Menyediakan alternatif bahan makanan fungsional yang menyehatkan untuk tubuh.
5. Menambah wawasan ilmu pengetahuan dan teknologi bagi peneliti.

1.5. Kerangka Pemikiran

Tekstur permen jelly banyak tergantung pada bahan yang digunakan. Jelly gelatin mempunyai konsistensi yang lunak dan bersifat seperti karet, jelly agar - agar lunak dengan tekstur rapuh. Pektin menghasilkan agar - agar yang juga rapuh dan lunak tetapi menghasilkan gel yang baik pada pH rendah. Karagenan menghasilkan gel yang kuat (Buckle *et al*, 1987). *Marshmallow* merupakan *soft candy* yaitu makanan yang mempunyai tekstur kenyal, lembut dan mengembang

seperti busa, memiliki rasa manis dan aroma yang khas. *Marshmallow* yang terdapat dipasaran kebanyakan yang mempunyai warna dan bentuk yang beraneka ragam tetapi pada umumnya mempunyai warna putih. Bahan pembentuk gel yang biasanya digunakan yaitu gelatin.

Gel mempunyai mekanisme pembentukan sebagai berikut, apabila senyawa polimer atau mikromolekul (struktur kompleks) yang bersifat hidrofil (hidrokoloid) didispersikan kedalam air maka akan mengembang. Kemudian terjadi proses hidrasi molekul air melalui pembentukan ikatan hidrogen, dimana molekul – molekul air akan terjebak dalam struktur molekul kompleks dan akan terbentuk masa gel yang kaku atau kenyal (Kartika, 2011).

Perbedaan yang sangat nyata terdapat pada warna dan tekstur *marshmallow* yang menggunakan pektin 0,25%, 0,5%, 0,75%. Tekstur *marshmallow* yang paling lembut dan warna yang dihasilkan yang paling baik adalah pada *marshmallow* yang menggunakan pektin 0,5%. Untuk perlakuan awal sebaiknya dilakukan perendaman pektin sampai larut dan menyatu dengan air untuk memudahkan pada waktu perebusan (Rini, 2010).

Kondisi optimum untuk pembentukan gel adalah yaitu konsentrasi gula sekitar 60-65%. Konsentrasi pektin sekitar 0.75-1.5% dan biasanya pektin terdapat secara alami dalam jaringan buah-buahan sebagai hasil dari degradasi protopektin selama pematangan, dan mungkin ditambahkan dalam bentuk padat atau cair untuk melengkapi buah-buahan yang kekurangan pektin. Konsentrasi asam pada pembentukan gel sekitar pH 3.2-3.4% (Buckle, *et al.*, 1987).

Gelatin ditambahkan pada permen jelly candy bertujuan sebagai pembentuk

gel, sehingga *jelly candy* mempunyai tekstur yang lunak dan kenyal (Glicksman dan Robert (1982) dalam Saraqih (2006). Menurut Wourd dan Courts (1977) dalam Respati (2005), gelatin dapat berfungsi sebagai pembentuk gel, pemantap emulsi, pengental, penjernih, pengikat air, pelapis dan pengemulsi. Penambahan gelatin yang memberikan sifat fisik, kimia dan organoleptik terbaik diperoleh pada penambahan gelatin 18 % yang menghasilkan kadar air 30,72 %, serta memiliki tekstur kenyal dan rasa yang disukai panelis. Semakin tinggi jumlah gelatin yang ditambahkan kedalam permen jelly maka tingkat kesukaan terhadap rasa semakin menurun karena jumlah air yang terperangkap dalam molekul – molekul gelatin semakin besar. Hal ini menyebabkan rasa permen jelly akan semakin hambar sehingga tidak disukai (Rahmi.S.L,dkk. (2012).

Penggunaan gelatin (6%, 8%, 10%) menunjukkan hasil organoleptik dengan menggunakan uji hedonik terhadap permen jelly yang paling disukai baik dari warna, aroma, tekstur dan rasa adalah permen jelly yang menggunakan gelatin 10% (Sartika, 2009). Jumlah gelatin yang diperlukan untuk menghasilkan permen jelly apel yang disukai panelis adalah 17%. Produk ini memiliki kekenyalan yang optimal (Euis, 2007).

Berdasarkan pemaparan diatas, maka pada penelitian ini akan menggunakan bahan pengental gelatin dan pektin sehingga memiliki pembentukan gel yang kuat.

Pada daun segar *mulberry* maupun teh *mulberry* ditemukan kandungan theaflavin, tannin serta kafein. Ketiga senyawa tersebut merupakan flavonoid yang khas pada daun teh. Ekstrak ethanol daun *mulberry* mengandung quersetin dan anthosianin (Damayanthi, 2008).

Menurut penelitian Janwar (2014) penambahan ekstrak kopi pada tingkat (1%, 2%, 3%), hasil pengujian menunjukkan pada konsentrasi kopi 3% dapat mempengaruhi kadar kafein, kadar protein, kadar kalsium dan mempengaruhi organoleptik dari warna, rasa dan aroma yang terbaik.

Ekstrak daun *mulberry* pada penelitian ini dapat diaplikasikan pada produk *marshmallow*. Pada proses pembuatan *marshmallow* dari daun *black mulberry* ini, terlebih dahulu harus dibuat ekstrak daun *mulberry* dimana proses pembuatan ekstrak ini meliputi beberapa tahapan seperti persiapan bahan, pencucuan, reduksi ukuran, *bleaching*, selanjutnya dilakukan penghancuran dan kemudian dilakukan penyaringan sehingga didapat ekstrak dan ampas. Menurut Atmaka, dkk (2013) untuk pembuatan ekstrak pada pembuatan permen jelly dari temulawak yaitu; temulawak segar dibersihkan. Setelah itu, dilakukan pengirisan memanjang dengan ketebalan 1-2 mm dan penghancuran menggunakan *blender* (temulawak : air = 1 : 1). Kemudian dilakukan penyaringan menggunakan kain saring, dan ekstrak segar diperoleh. Menurut Atmaka, dkk (2013) menunjukkan bahwa konsentrasi temulawak tidak memberikan pengaruh nyata terhadap elastisitas permen jelly. Nilai elastisitas ketiga perlakuan masih di bawah nilai elastisitas permen jelly yang beredar di pasar, yaitu sebesar 11,11mm. Pembuatan ekstrak dilakukan dengan menghancurkan helaian bunga kecombrang menggunakan *blender* dengan perbandingan air : bunga adalah 1 : 2. Ekstrak yang didapat kemudian dipisahkan. Aktivitas antioksidan pada permen jelly bunga kecombrang masih lebih rendah. Penelitian ekstrak bunga kecombrang berdasarkan uji

organoleptik permen jelly bunga kecombrang tidak berpengaruh terhadap warna, tekstur, dan elastisitas. Penerimaan berdasarkan tingkat kesukaan panelis berpengaruh terhadap aroma dan rasa manis. (Muawanah, dkk. 2012).

Marshmallow merupakan makanan ringan sejenis permen yang bertekstur seperti busa yang lembut, ringan, kenyal dalam berbagai bentuk, aroma, rasa dan warna sehingga tergolong dalam produk *confectionery*. *Marshmallow* bila didiamkan meleleh didalam mulut karena merupakan hasil dari campuran gula atau sirup jagung, putih telur, gelatin dan bahan perasa yang dikocok hingga mengembang (Nakai dan Modler 1999). Produk *marshmallow* akan meningkat volume nya serta memiliki kesan organoleptik yang khas, yaitu produk memiliki tekstur seperti busa lembut dengan rasa manis dan beraroma tertentu sehingga meleleh ketika dimulut (Nakai dan Modler 1999).

Pembuatan *marshmallow* pada prinsipnya menghasilkan gelembung udara secara cepat dan memerangkapnya sehingga berbentuk busa yang stabil. Ada beberapa macam *gelling agent* yang berbeda yang dapat digunakan untuk pembuatan *marshmallow*, tergantung tekstur akhir yang diinginkan. Kekuatan gel yang dihasilkan tergantung dari jumlah *gelling agent* yang ditambahkan dan bahan lain yang digunakan. Jumlah gelatin yang dibutuhkan untuk menghasilkan gel yang diinginkan berkisar antara 5-12%, tergantung dari kekerasan produk akhir yang diinginkan (Janovsky, 1995). Kondisi pembuatan *marshmallow*, dari adonan bahan harus diperhatikan termasuk pH. Dalam hal ini pH yang sesuai adalah 5-6, apabila pH kurang dari 5 maka akan menyebabkan terjadinya sineresis dan apabila pH

adonan diatas 6 maka akan menyebabkan warna menjadi agak kekuning – kuningan.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Hegenbart (1995), *marshmallow* klasik dibuat dari 60 sirup jagung, 30% sukrosa, dan 1%-2% gelatin. Rasio perbandingan antara sirup jagung dan sukrosa tersebut menyumbangkan sekitar 35% hingga 40% padatan guna mencegah terjadinya kristalisasi.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sartika (2009), formula *marshmallow* terdiri dari 29,7% sirup jagung, 14,8% sukrosa, 6%, 8%, 10% gelatin, 39,6% air dan 10,10% campuran buah dan air.

Dari uraian tersebut diatas, penggunaan ekstrak daun *mulberry* dan bahan pengental pektin dan gelatin memberikan pengaruh terhadap karakteristik dan nilai gizi *marshmallow* khususnya *marshmallow* ekstrak daun *mulberry*. Perbandingan penambahan ekstrak dan bahan pengental yang tepat akan menghasilkan *marshmallow* ekstrak daun *mulberry* yang memiliki karakteristik dan nilai gizi yang lebih dari *marshmallow* dipasaran. Oleh karena itu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mendapatkan karakteristik *marshmallow* dengan mutu yang diinginkan melalui formulasi (rasio dari bahan – bahan yang digunakan).

Penelitian ini menggunakan program *design expert* yang digunakan untuk membantu mengoptimalkan produk atau proses. Kemudian menggunakan metoda *mixture d-optimal* agar menemukan formulasi yang tepat. Program ini mempunyai kelebihan dibandingkan program olahan data yang lain seperti contohnya program dx, program ini akan mengoptimasikan proses termasuk dalam proses pembuatan *marshmallow* ekstrak daun *mulberry* dengan beberapa variabel yang dinyatakan

dalam satuan respon, menu *mixture* yang dipakai yang dikhususkan untuk mengolah formulasi dan metoda *d-optimal* yang mempunyai sifat fleksibilitas yang tinggi dalam meminimalisasikan masalah dan kesesuaian dalam menentukan jumlah batasan bahan yang berubah lebih dari 2 respon.

Menurut Rachmawati (2012) dalam Ghina (2014) *Design Expert* versi 7 adalah *software* untuk melakukan optimalisasi dari sebuah proses atau sebuah formula suatu produk. Program ini dapat mengolah 4 rancangan penelitian yang berbeda, yaitu : *factorial design, combined design, mixture design dan respon surface method design*. Untuk optimasi formula dari serangkaian campuran komponen yang digunakan maka dapat dipilih *mixture d-optimal*. Terdapat dua syarat dalam memilih *mixture design d-optimal*, yang pertama adalah komponen-komponen didalam formula merupakan bagian total dari formulasi. Apabila presentase salah satu komponen naik maka presentase komponen yang lain akan turun. Syarat kedua adalah respon harus merupakan fungsi dari komponen-komponennya. *Mixture design* dibagi menjadi beberapa, yaitu *simplex lattice design, simplex centroid, d-optimal, distance based, user defined, dan histrocal data*.

1.6. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan latar belakang permasalahan dan didukung oleh kerangka pemikiran dapat diajukan hipotesis, bahwa diduga penggunaan ekstrak daun *black mulberry* , gelatin dan pektin memberikan pengaruh terhadap karakteristik

Pembuatan *Marshmallow* ekstrak daun *black mulberry*, dengan menggunakan aplikasi program *design expert* metode *mixture design* dapat menentukan formulasi optimal.

1.7. Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan mulai dari bulan Mei hingga Agustus yang bertempat di :

1. Labolatorium Penelitian Universitas Pasundan Teknologi Pangan jalan Dr. Setiabudhi No. 193.
2. Labolatorium Jasa Uji Fakultas Teknologgi Industri Pertanian Universitas Padjajaran. Jalan raya Bandung – Sumedang Km 21, Jatinangor, Bandung.

II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan mengenai daun *black mulberry*, pektin, gelatin, *marshmallow*, bahan tambahan, dan *design expert*.

2.1. Daun Black Mulberry

Tanaman murbei (*Morus alba* L.) merupakan salah satu jenis tanaman yang berkhasiat obat. Daun murbei dapat digunakan untuk obat batuk, salesma, demam, dan hipertensi (Hastutii, dkk. 2013).

Tanaman murbei (*Morus* sp.) berasal dari Cina, disamping sebagai pakan ulat sutera. Tanaman murbei diusahakan sebagai tanaman konservasi tanah dan penghijauan. Tanaman tersebut sudah lama dikenal di Indonesia dan mempunyai banyak nama antara lain kerta kitau (Sumatera), kerto (Aceh Gayo), hole tanduk, malur (Batak), ambatulah (Tanah karo), kertu (Sumatera Utara), andaleh (Minang), kitaoc (Sumatera Selatan), kitau (Lampung), babasaran (Jawa Barat), basaran (Jawa Tengah dan Jawa Timur), nagar (Ambon), tambara murica (Makasar), gertu (Sulawesi), *moerbei* (Belanda), *morus leaf*, *mulberry leaf*, *Morus bark*, *morus fruit*, *mulberry twigs*, *white mulberry*, *mulberry* (Inggris), *gelsa* (Italia), *Sangye* (Cina), *may mon*, *dau tam* (vietnam), *Morera/mora* (Spanyol), *moreira* (Portugis), dan *murier* (Prancis) (Nunuh, A. 2012).

Menurut Nunuh, 2012 tanaman murbei berdaun tunggal dan terletak pada cabang spiral. Tulang daun sebelah bawah tampak jelas. Bentuk dan ukuran daun bermacam – macam, tergantung jenis dan varietasnya, yaitu berbentuk oval, agak bulat, ada yang berlekuk dan tidak berlekuk. Tepi daun bergigi dengan ujung daun meruncing atau membulat. Permukaan daun halus mengkilap, ada juga yang kasar.

Tanaman *mulberry* di klasifikasikan sebagai berikut :

Divisio : *Spermatophyta*
Sub divisio : *Angiospermae*
Classis : *Dicotyledoneae*
Ordo : *Urticales*
Famili : *Moraceae*
Genus : *Morus*
Spesies : *Morus Sp.*

Menurut Nunuh. A, (2012) di Indonesia ada kira – kira 100 lebih jenis varietas murbei, tetapi dikenal ada 6 jenis yaitu :

1. *Morus chatayana*
2. *Morus alba*
3. *Morus multicaulis*
4. *Morus nigra*
5. *Morus Australia*
6. *Morus macruora*



Gambar 1. Jenis Daun *Morus Sp.* (Nunuh. A, 2012)

Dari keenam jenis tersebut, jenis yang dianjurkan karena keunggulannya, baik produktivitas maupun kualitas daunnya adalah *Morus cathyana*, *Morus alba*, *Morus multicaulis*, *Morus kanva* (dari India), SHA 4 X LUN 109 (Cina), *Morus multicaulis* (Cina 2) dan *Morus alba* (Calafat). Jenis – jenis tersebut telah beradaptasi cukup baik dengan kondisi lingkungan di Indonesia (Nunuh. A, 2012).

Komposisi kimia daun *mulberry* di Indonesia

Tabel 1. Hasil Analisis Proksimat Berbagai Jenis daun *Mulberry*

Jenis Daun	Presentase Bahan Kering							
	Kadar Air	Bahan Kering	Protein Kasar	Lemak Kasar	Serat Kasar	BETN	Abu	Energi (Kal/g)
<i>Morus multicaulis</i>								
Daun Muda	74,64	25,36	21,99	3,70	12,56	51,85	9,90	4,519
Daun Tua	75,13	24,87	19,66	5,09	16,86	44,32	14,05	3,541
<i>Morus Kanva</i>								
Daun Muda	78,21	21,79	20,87	4,20	8,22	57,20	9,50	4,663
Daun Tua	71,47	28,57	17,99	5,81	13,61	49,38	13,20	4,153
<i>Morus Cathyana</i>								
Daun Muda	73,69	26,31	19,09	3,71	8,45	59,53	9,22	4,406
Daun Tua	70,78	29,22	16,39	5,16	16,80	47,61	14,43	4,426
<i>Morus alba</i>								
Daun Muda	68,89	30,11	22,59	4,10	10,21	53,26	9,83	4,502
Daun Tua	69,50	30,50	22,10	6,09	10,57	46,81	14,43	4,282
<i>Morus Nigra</i>								
Daun Muda	71,19	28,81	22,83	4,24	11,68	51,04	10,22	4,373
Daun Tua	67,62	32,38	15,71	6,15	11,69	51,73	14,71	4,378

(Sumber : Nunuh. A, 2012).

Daun murbei dapat dipanen sepanjang tahun, hanya mengalami penurunan produksi sekitar 7 ton BK/ha dari produksi normal saat irigasi baik yaitu 25 ton BK/ha. Produksi optimal daun *mulberry* dicapai pada suhu 24-28⁰C dan kelembaban udara 65-80%, tanaman murbei dapat ditanam di daerah dengan ketinggian dari permukaan laut mulai 1000 m. Oleh karena itu, tanaman ini mudah

dikembangkan untuk kebutuhan lain, seperti sebagai sumber pakan ternak. Tanaman murbei juga sangat baik untuk mencegah erosi (Nunuh. A, 2012).

Potensi produksi daun murbei mencapai 22 ton BK/ha/tahun (Samsijah, 1992). Potensi tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan leguminosa lain seperti gamal (*Gliricida sepium*) dengan potensi produksi sebesar 7-9 ton BK/ha/tahun (Horne et, al., 1994).

2.2. Pektin

Pektin merupakan golongan polimer heterosakarida yang diperoleh dari dinding sel tumbuhan darat. Wujud pektin yang diekstrak adalah bubuk putih hingga coklat terang. Pektin banyak dimanfaatkan pada industri pangan sebagai bahan perekat dan stabilizer (agar tidak terbentuk endapan). Penggunaan pektin yang paling umum adalah sebagai bahan perekat/pengental (*gelling agent*) pada sirup dan jelly. Komponen permen serta sebagai stabilizer untuk jus buah dan sirup (pedersen, 1980, di dalam Rohadi 2001).

Pektin secara umum terdapat didinding sel primer tanaman, khususnya disela-sela antara selulosa dan hemiselulosa. Senyawa – senyawa pektin juga berfungsi sebagai bahan perkat antara dinding sel yang satu dengan yang lainnya. Bagian antara dua dinding sel yang berdakatan tersebut disebut lamela tengah (middle lamela). Senyawa – senyawa pektin merupakan polimer dari asam D-galakturonat yang dihubungkan dengan ikatan β -(1,4)-glukosida, asam galakturonat merupakan turunan dari galaktosa (Winarno, 1997).

Pektin larut dalam air dan tidak larut dalam pelarut organik seperti alkohol, eter, dan hidrokarbon. (Pedersen, 1980 dalam Rohadi).

Beberapa jenis buah – buahan yang mengandung pektin antara lain jeruk,

apel, mangga, jambu biji, lobi – lobi nanas, marmalade, dan arbei. Terdapat juga dalam akar gentian, kulit buah, getah dan dalam kayu, misal pinus penaster (Winarno, 1984).

Umumnya senyawa senyawa pektin dapat diklasifikasikan menjadi tiga kelompok senyawa pektat, asam pektinat, (pektin), dan protopektin. Asam pektat dapat membentuk garam seperti halnya asam – asam lainnya, asam pektat terdapat dalam jaringan tanaman sebagai kalsium atau magnesium pektat (Winarno, 1997).

Asam pektinat, disebut juga pektin. Pektin umumnya terdiri atas berbagai senyawa karbohidrat, senyawa utamanya adalah poligalakturonat yang terdiri dari unit – unit asam galakturonat. Pektin mempunyai sifat terdispersi dalam air, seperti halnya asam pektat, pektin juga dapat membentuk garam yang disebut garam pektat. Dalam bentuk garam inilah pektin tersebut berfungsi dalam pembuatan jeli dengan gula dan asam (Winarno, 1997).

Protopektin merupakan istilah yang digunakan untuk senyawa – senyawa pektin yang tidak larut, yang banyak terdapat pada jaringan tanaman muda. Bila jaringan – jaringan tanaman ini dipanaskan didalam air yang juga mengandung asam, protopektin yang tidak larut itu lebih banyak terdapat pada buah buahan yang belum matang (Winarno, 1997).

Pektin merupakan serbuk halus atau sedikit kasar, berwarna putih dan hampir tidak berbau. Bobot molekul pektin bervariasi antara 30.000-300.000. kelarutan pektin berbeda – beda, sesuai dengan kadar metoksinnya. Pektin dengan kadar metoksin tinggi larut dalam air dingin, pektin dengan kadar metoksin rendah larut dalam alkali atau oksalat. Pektin tak larut dalam aseton dan alkohol. Berat molekul

pektin memiliki hubungan berbanding lurus dengan derajat polimerisasi, semakin tinggi derajat polimerisasi, maka akan semakin tinggi berat molekul pektin. Derajat polimerisasi pada pektin merupakan panjangnya rantai polimer yang ada didalam molekul pektin, hal ini dilihat bahwa kadar poligalakturonat merupakan salah satu faktor yang dapat dijadikan indikator besarnya derajat polimerisasi dalam pektin. Semakin besar kadar poligalakturonat dalam pektin, maka rantai polimer galakturonat dalam pektin semakin banyak sehingga berat molekul pektin akan meningkat (Kirk dan Othmer, 1952 dalam Purwanto, 2010).

Berdasarkan kandungan metoksilnya, pektin dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu pektin dengan kandungan metoksin tinggi (*high methoxyl pectin*) berkisar antar 7 – 12%, dan pektin dengan kandungan metoksil rendah (*low methoxyl pectin*) mengandung metoksil kurang dari 7%. Kadar metoksil dalam pektin adalah gugus karboksil didalam rantai panjang asam galakturonat yang mengalami proses esterifikasi dengan metil alkohol menghasilkan 1,4 galakturonat. (Subardjo dkk, 1989 dalam Purwanto, 2010).

2.3. Gelatin

Gelatin merupakan suatu produk hasil dari proses hidrolisis parsial kolagen. Kolagen merupakan protein fibrosa yang terdapat pada tulang, kartilago dan kulit dan ketiga sumber tersebut sulit untuk dicerna (Barbooti *et al.*, 2008; Guillen *et al.*, 2011 dan Jayathikalan *et al.*, 2011).

Istilah gelatin mulai populer sekitar tahun 1700 dan berasal dari bahasa latin “*gelatus*” yang berarti kuat dan kokoh. Secara fisik gelatin berbentuk padat, kering, tidak berasa dan transparan. Ada tiga sifat yang paling menonjol pada gelatin yaitu:

kemampuan untuk membentuk gel, kekenyalan dan kekuatan lapisan tinggi. Gelatin merupakan polimer tinggi alami yang memiliki berat molekular dari 20.000 sampai 70.000. Gelatin ini dipersiapkan dari bahan yang mengandung kolagen termasuk kulit, tulang dan tendon dengan pemecahan hidrolisis melalui pendidihan dengan air atau dengan menggunakan uap panas tinggi (Perwitasari, 2008).

Dalam industri makanan, gelatin merupakan suatu polimer yang larut air sehingga digunakan sebagai bahan untuk meningkatkan elastisitas, konsistensi dan stabilitas suatu produk makanan (Tavakolivour, 2011). Gelatin terutama mengandung asam amino glisin sebesar 33%, prolin 22% dan hidroksiprolin 22%. Gelatin komersial terdiri dari 84-90% protein, 8-12% air dan 2-4% adalah garam mineral. Mayoritas bahan baku untuk pembuatan gelatin berasal dari kulit babi, walau gelatin juga biasa dihasilkan dari kulit dan tulang domba. Semua bahan yang digunakan dalam produksi gelatin berasal dari rumah potong hewan. Gelatin berasal dari kolagen yang telah dihidrolisis (Wolinsky, 2005).

Gelatin memiliki fitokimia yang unik, yaitu dapat larut dalam air, transparan, tidak berbau, tidak memiliki rasa (Guillen et al., 2011). Serta memiliki sifat reversible dari bentuk sol ke gel, membengkak atau mengembang dalam air dingin, membentuk film, mempengaruhi viskositas suatu bahan dan dapat melindungi sistem koloid (Junianto et al., 2006).

2.4. Marshmallow

Marshmallow adalah suatu jenis permen (termasuk *soft candy*) yang berbahan dasar gelatin dan gula terutama sukrosa dan beberapa tipe glukosa yang berbeda. Asal penamaan dari produk ini adalah berasal dari tanaman yang bernama *marshmallow* (*Althea officinalis*). Resep asli dari *marshmallow* adalah dengan

menggunakan ekstrak akar dari tanaman *marshmallow*. Ekstrak akar *marshmallow* mempunyai sifat liat dan lengket serta membentuk gel bila dicampur dengan air. Saat ini penggunaan dari ekstrak ini telah digantikan oleh gelatin yang mempunyai sifat hampir sama (Sartika, 2009).



Gambar 2. Marshmallow Komersial (Ruth, 2005)

Menurut Nakai dan Modler (1999), *marshmallow* merupakan makanan ringan bertekstur seperti busa yang lembut dalam berbagai bentuk, aroma dan warna. *Marshmallow* bila dimakan meleleh di dalam mulut karena merupakan hasil dari campuran gula atau sirup jagung, putih telur, gelatin, gum arab dan bahan perasa yang dikocok hingga mengembang.

Tekstur *marshmallow* akan berubah tergantung pada formulasi, densitas yang diinginkan dan metode pembuatan termasuk peralatan yang digunakan. *Marshmallow* dapat disusun dari tipe *extruded* atau *deposited*, busa *meringues* yang lembut atau nougat. *Marshmallow grained* dan *non grained* berbeda dalam hal perbandingan gula atau sirup jagung. Tekstur dari *marshmallow grained* benar-benar pendek, kering dan keras. Kelompok produk ini dapat dipisahkan berdasarkan fungsi dari densitasnya. Semua tipe dari konveksi ini, gelatin digunakan untuk memberikan fase cair dengan stabilitas yang cukup pada produk. Hal ini memungkinkan untuk mengubahnya menjadi busa dengan memasukkan gelembung udara (Sartika, 2009).

Setelah pengocokan atau aerasi, keuntungan produk antara lain sifatnya dalam meningkatkan volume (menurunkan densitas), meningkatkan sifat viskositas (kekentalan), perubahan karakteristik sensori, tekstur yang halus, rasa manis dalam mulut dan sedikit lengket. Dalam sebagian besar formulasi *marshmallow*, gelatin digunakan untuk meningkatkan aerasi. Agen pengocok (*whipping*) seperti putih telur dan isolat protein kedelai kadang-kadang ditambahkan untuk menentukan aerasi dan memodifikasi tekstur *marshmallow*. Sukrosa, sirup jagung, gula invert dan humektan (biasanya gliserin atau sorbitol), ditambahkan dan digunakan untuk memberikan rasa manis dan membentuk tekstur. Rata-rata kandungan kelembaban pada produk *grained* sebesar 5-10% dan produk *nongrained* sebesar 15-18% (Nakai dan Modler 1999).

Komposisi utama dalam *marshmallow* adalah udara dan kandungan air (kelembaban). Fungsi kelembaban dan udara ini adalah untuk mengontrol kekentalan produk. Udara yang tercampur digunakan untuk meningkatkan volume dan memperbaiki tekstur. Kandungan air yang tinggi memungkinkan banyak volume udara yang tercampur dan juga mengendalikan kekentalan produk. Karena kandungan airnya yang tinggi, *marshmallow* rentan terhadap pertumbuhan jamur.

Proses pemasakan yang tidak cukup untuk mensterilkan bahan, maka diperlukan perhatian khusus pada kebersihan peralatan (Lees & Jackson, 1973 dalam Scribd, 2013).

Syarat mutu untuk *marshmallow* sebagai salah satu produk kembang gula lunak *jelly* menurut SNI 3547.2.2008 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Syarat Mutu Kembang Gula Lunak Jelly

Kriteria Uji	Persyaratan mutu kembang gula lunak <i>Jelly</i>
Rasa	Normal
Bau	Normal
Kadar Air (%b/b)	Maks. 20
Kadar Abu (%b/b)	Maks. 3
Gula reduksi (dihitung sebagai gula inversi) (%b/b)	Maks. 25
Sukrosa (%b/b)	Min. 27
Cemaran timbal (mg/kg)	Maks. 2,0
Cemaran tembaga (mg/kg)	Maks. 2,0
Cemaran timah (mg/kg)	Maks. 40
Cemaran raksa (mg/kg)	Maks. 0,03
Cemaran arsen (mg/kg)	Maks. 1,0
Angka lempeng total (koloni/g)	Maks. 5×10^4
Bakteri <i>coliform</i> (AMP/g)	Maks. 20
<i>Echerichia coli</i> (APM/g)	< 3
<i>Salmonela</i>	Negatif/25 g
<i>Staphylococcus aureus</i> (koloni/g)	Maks. 1×10^2
Kapang dan khamir (Koloni/g)	Maks. 1×10^2

Sumber : BSN, (2008).

2.5. Bahan tambahan Pembuatan *Marshmallow*

2.5.1. Sukrosa

Sukrosa merupakan senyawa kimia yang termasuk dalam golongan karbohidrat, memiliki rasa manis, berwarna putih, bersifat *anhydrous* dan kelarutannya dalam air mencapai 67,7% pada suhu 20°C (w/w). Komponen terbesar yang digunakan dalam industri *konfeksioneri* adalah gula pasir (sukrosa). Sukrosa adalah disakarida yang apabila dihidrolisis berubah menjadi dua molekul monosakarida yaitu glukosa dan fruktosa.

Secara komersial gula yang banyak diperdagangkan dibuat dari bahan baku tebu atau bit. Sampai saat ini sukrosa merupakan bahan utama yang paling banyak

digunakan untuk pembuatan *candy*, meskipun belakangan telah banyak dikembangkan *candy* jenis “*sugar free*”, yang dipandang memiliki efek lebih baik untuk kesehatan (obesitas, diabetes, gigi) (Faridah,Anni., Dkk, 2008).

Gula yang paling banyak digunakan adalah gula rafinasi, yang mengacu pada standar Masyarakat Ekonomi Eropa dan ICUMSA (*International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis*). Sifat-sifat gula yang penting diketahui karena sangat vital dalam mempengaruhi proses pembuatan *candy* adalah: inversi, titik didih gula, dan tingkat kelarutan gula (Faridah, Anni., Dkk, 2008).

Sukrosa memiliki peranan penting dalam teknologi pangan karena fungsinya yang beraneka ragam, yaitu sebagai pemanis, pembentuk tekstur, pengawet, pembentuk citarasa, sebagai substrat bagi mikroba dalam proses fermentasi, bahan pengisi dan pelarut. Penggunaan sukrosa dalam pembuatan *hard candy* umumnya sebanyak 50 – 70% dari berat total. Gula dengan kemurnian yang tinggi dan kadar abu yang rendah baik untuk *hard candy* (permen jernih). Kandungan kadar abu yang tinggi akan mengakibatkan peningkatan inversi, pewarnaan dan penembusan selama pemasakan sehingga memperbanyak gelembung udara yang terperangkap dalam massa gula. Selain itu peningkatan kadar sukrosa akan meningkatkan kekentalan (Faridah, Anni., Dkk, 2008).

Dalam pembuatan *candy* dapat digunakan sukrosa dalam bentuk granular dan cair. Gula dengan tingkat kemurnian yang tinggi dan kadar abu yang rendah sangat dibutuhkan agar dihasilkan permen yang jernih. Kandungan abu yang tinggi akan menyebabkan peningkatan inversi, pewarnaan dan penembusan selama pemasakan sehingga memperbanyak gelembung udara yang terperangkap dalam massa gula.

Sukrosa yang digunakan dalam pembuatan permen sebaiknya memiliki kemurnian yang tinggi dan rendah kadar abunya. Garam-garam mineral dapat mempengaruhi proses pembuatan permen sehingga menentukan kualitas dan umur simpan permen yang dihasilkan. Kadar abu sukrosa umumnya berkisar 0,013% (Faridah, Anni., Dkk, 2008).

Semakin tinggi suhu pemanasan sukrosa dalam air, maka semakin tinggi pula persentase gula invert yang dapat dibentuk. Pada suhu 20°C misalnya dapat dibentuk 72% gula invert dan pada suhu 30°C terbentuk hampir 80% gula invert. Gula invert dengan jumlah yang terlalu banyak mengakibatkan terjadinya *extra heating* sehingga dapat merusak *flavor* dan warna. Selain itu gula invert yang berlebihan menghasilkan tekstur lengket atau bahkan produk tidak dapat mengeras (Faridah. Anni., Dkk, 2008).

Syarat mutu gula pasir (sukrosa) menurut Standar Nasional Indonesia dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Syarat Mutu Gula Pasir atau Sukrosa

No	Parameter Uji	Satuan	Persyaratan	
			GKP (1)	GKM (2)
1.	Warna			
	1.1. Warna kristal	CT	4,0-7,5	7,6-10,0
	1.2. Warna Larutan (ICUMSA)	IU	81-200	201-300
2.	Besar jenis butir	mm	0,8-1,2	0,8-1,2
3.	Susut pengeringan (b/b)	%	Maks 0,1	Maks 0,1
4.	Polarisasi (⁰ Z,20 ⁰ C),	“Z”	Min 99,6	Min 99,5
5.	Abu konduktiviti (b/b)	%	Maks 0,10	Maks 0,15
6.	Bahan Tambahan Pangan	% b/b	Mmaks. 0,1	Maks 0,2
	6.1. Belerang dioksida (SO ₂)	Mg/kg	Maks 30	Maks. 30
7.	Cemaran Logam			
	7.1. Timbal (Pb)	Mg/kg	Maks. 2	Maks. 2
	7.2. Tembaga (Cu)	Mg/kg	Maks. 2	Maks. 2
	7.3. Arsen (As)	Mg/kg	Maks 1	Maks. 1

Sumber : (BSN, SNI Nomor. 3140.3:2010)

Keterangan GKP : Gula Kristal Putih, *GKM : Gula Kristal Merah

Hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan sukrosa sebagai bahan utama pembuatan permen adalah kelarutannya. Permen yang menggunakan sukrosa murni mudah mengalami kristalisasi. Pada suhu 20°C hanya 66,7% sukrosa murni yang dapat larut. Bila larutan sukrosa 80% dimasak hingga 109,6°C dan kemudian didinginkan hingga 20°C, maka 66,7% sukrosa akan terlarut dan 13,3% terdispersi. Bagian sukrosa yang terdispersi ini akan menyebabkan kristalisasi pada produk akhir. Oleh karena itu perlu digunakan bahan lain untuk meningkatkan kelarutan dan menghambat kristalisasi, misalnya sirup glukosa dan gula invert. Gula invert yang berlebihan mengakibatkan produk menjadi lengket dan tidak dapat mengeras. Penambahan gula invert yang banyak akan mengakibatkan terjadinya *extra heating* sehingga merusak flavor dan warna (Faridah. Anni., Dkk, 2008).

2.5.2. Sirup Glukosa

Sirup glukosa merupakan bahan yang sering digunakan dalam berbagai industri konfeksioneri, pengawet, *frozen dessert* dan minuman. Sirup terbuat dari glukosa, maltosa, dan dekstrin. Sirup glukosa dapat juga digunakan sebagai pemanis bersama-sama dengan sukrosa. Sirup glukosa dibuat dari hidrolisis asam atau enzimatik pati. Namun umumnya glukosa dibuat dengan menggunakan bahan baku tepung jagung atau tepung singkong (Faridah, Anni., Dkk, 2008).

Metode konversinya secara garis besar terbagi dua yaitu dengan metode "*acid converted*" atau enzim "*converted*" yang menghasilkan jenis glukosa dengan potongan rantai *saccharida* yang berbeda, dan juga digunakan untuk jenis permen yang berbeda. Ada jenis permen yang sangat sensitif terhadap adanya kontaminasi atau tercampurnya jenis glukosa dengan metode yang satu dengan lainnya, yang

dapat menyebabkan kegagalan proses atau tingkat *reject* yang tinggi. Sirup glukosa merupakan suatu substansi kompleks yang terdiri dari dekstrin, maltosa, dekstrosa dan berbagai oligosakarida, mempunyai sifat viskous dan tidak berwarna (Faridah, Anni., Dkk, 2008).

Perbandingan jumlah sirup glukosa dan sukrosa yang digunakan dalam pembuatan permen sangat menentukan tekstur yang terbentuk. Campuran glukosa dan sukrosa dapat membuat tekstur yang dihasilkan lebih liat, tetapi kekerasannya cenderung menurun. Mengatur perbandingan antara gula dan sirup glukosa merupakan perpaduan ilmiah dan seni yang sangat menarik, untuk mendapatkan tekstur akhir yang diinginkan. Perlu perbandingan yang khas dan tepat untuk kedua bahan utama ini. Jika terlalu banyak gula dan sedikit glukosa akan menjadikan adonan kurang elastis dan mudah putus (*short dough*) sehingga menyulitkan dalam proses “*cut & wrap*”, sebaliknya jika terlalu banyak glukosa juga akan menyebabkan adonan terlalu liat (Faridah. Anni., Dkk, 2008).

Sirup ini digunakan dalam pembuatan *candy* untuk mengatur tingkat dan kecepatan proses kristalisasi sesuai dengan keinginan industri. Jika hanya larutan gula, akan sangat cepat membentuk kristal pada saat penurunan suhu larutan. Proses kristalisasi belum diharapkan pada proses pencetakan, karena jika proses kristalisasi telah terjadi terlalu cepat pada saat pencetakan maka adonan menjadi tidak elastis dan akan pecah saat proses pencetakan (Faridah. Anni., Dkk, 2008).

Sirup glukosa berfungsi menyediakan gula reduksi (maltosa dan dekstrosa) untuk mendukung terjadinya reaksi *Maillard* dengan protein 406 susu yang menghasilkan warna dan *flavor* produk. Kandungan gula bermolekul lebih tinggi

yang terdapat dalam sirup glukosa berperan dalam meningkatkan kekentalan dan konsistensi produk sehingga dapat dikunyah. Selain itu sirup glukosa membantu mencegah terjadinya kristalisasi gula (sukrosa) yang tidak diinginkan dalam produk (Faridah. Anni, Dkk, 2008).

Pada permen kunyah DE (*dextrose equivalent*) juga merupakan hal penting dalam pemilihan sirup glukosa. Selain sebagai fungsinya penahan atau penyeimbang dalam proses rekristalisasi, sirup glukosa juga berperan penting untuk memberikan body pada adonan. Semakin tinggi DE akan semakin tinggi kemanisannya, namun semakin bersifat higroskopis dan encer. DE yang rendah akan berkurang manisnya namun bisa digunakan untuk menambah viskositas, *cheewiness* dan *thoughness* pada adonan. Gula alkohol juga banyak digunakan dalam produk permen rendah kalori, karena sifatnya yang lebih sulit dicerna oleh usus. Namun demikian, jika terlalu banyak mengkonsumsinya, akan dapat menimbulkan diare karena proses penyerapannya yang relatif lambat. Gula alkohol yang banyak digunakan adalah sorbitol, xylitol, isomalt dan lain-lain. Gula alkohol banyak digunakan untuk produk dengan lebih banyak pendekatan kearah medis, misalnya lebih baik untuk gigi, karena sifat gula alkohol ini lebih tahan terhadap proses fermentasi bakteri oral, sehingga tingkat produksi asam dari sorbitol jauh lebih rendah dibanding sukrosa, penurunan pH menjadi minimal sehingga proses erosi email gigi dapat dihambat (Faridah. Anni., Dkk, 2008).

2.5.3. Air

Air sangat diperlukan dalam pembentukan kembang gula jelly, air dipergunakan sebagai bahan bantu untuk memperoleh sari buah, melarutkan

pengental atau pengental sebelum dicampurkan kedalam adonan kembang gula jelly. Air yang digunakan dalam proses pembuatan kembang gula jelly adalah air sehat.

Menurut Loekmonohadi (1990:151) Air dikatakan sehat apabila memenuhi syarat-syarat fisika, kimia, mikrobiologi, dan radioaktif, sebagai berikut :

- a) Syarat fisik, yaitu tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak berbau.
- b) Syarat kimia, yaitu tidak mengandung bahan kimia tertentu dalam rentang yang dapat membahayakan kesehatan contohnya Ca, F, Cu, Mg, dan lain-lain.
- c) Syarat mikrobiologi yaitu tidak mengandung mikroba yang berbahaya misalnya bakteri *coli*.
- d) Syarat radioaktif yaitu tidak mengandung bahan-bahan radioaktif misalnya sinar *Alfa*, dan sinar *Beta*.

2.5.4. Bahan Pelapis

Umumnya permen *marshmallow* dilapisi dengan tepung pati kering untuk membentuk lapisan luar yang tahan lama dan mempertahankan bentuk gel yang baik. Pelapisan pada permen *marshmallow* dapat menggunakan tepung kanji dan tepung gula. *Marshmallow* biasanya memiliki sifat kecenderungan menjadi lengket karena sifat higroskopis dari gula pereduksi yang membentuk permen hingga perlu ditambahkan bahan pelapis seperti tepung gula. Selain berfungsi sebagai pelapis, tepung gula tersebut berfungsi untuk memberikan rasa manis (Sartika, 2009).

2.6. Design Expert

DOE merupakan salah satu pendekatan statistik yang kerap kali digunakan untuk meningkatkan kualitas pelayanan, baik dalam bentuk kualitas produk

maupun efisiensi proses (Aninditha, 2012). Salah satu software yang dapat digunakan pada penentuan optimalisasi secara optimal adalah *desain expert*. *Desain expert* digunakan untuk optimasi proses dalam respon utama yang diakibatkan oleh beberapa variabel dan tujuannya adalah optimasi respon tersebut (Bas dan Boyaci, 2007).

Desain expert menyediakan beberapa pilihan desain dengan fungsinya masing – masing, desain tersebut adalah sebagai berikut :

1. Desain faktorial (*Factorial Designs*) digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penting yang mempengaruhi proses atau produk, sehingga dapat dilakukan perbaikan.
2. Metode Respon Permukaan (*Response Surface Methods/RSM*) digunakan untuk mendapatkan pengaturan proses yang ideal sehingga didapat hasil yang optimal.
3. *Response Surface Method* merupakan metode yang paling banyak digunakan pada industri *Food and Kindred Products*. RSM diaplikasikan untuk optimasi dari konsentrasi nutrisi pada *culture* medium untuk produksi enzim pada *shaken flasks* di suhu 30°C dan kecepatan 200 rpm (Aninditha, 2012).
4. Teknik Desain Campuran (*Mixture Design Techniques*) digunakan untuk menentukan formulasi yang optimal. Dalam percobaan *Mixture Design d-optimal*, faktor-faktor independen memiliki proporsi komponen yang berbeda dari suatu campuran. Sebagai contoh, jika kita ingin mengoptimalkan kekuatan tarik dari *stainless steel*, faktor kepentingan yang mungkin adalah proporsi besi, tembaga, nikel, dan kromium dalam campuran. (Susanto, 2015).
Kenyataan bahwa proporsi dari faktor yang berbeda harus bernilai 100%

merumitkan desain serta analisis *mixture design* (percobaan campuran). Ketika komponen-komponen campuran tunduk pada kendala bahwa mereka harus berjumlah satu, ada campuran desain standar untuk model standar pas, seperti *Simplex-Lattice Design* dan *Simplex-Centroid Design*. Ketika komponen campuran dibatasi pada kendala tambahan, seperti nilai maksimum atau minimum untuk setiap komponen, disebut sebagai *constrained mixture designs* atau *Extreme - Vertices designs* (Susanto, 2015).

5. Penentuan formula optimum terdiri dari empat tahap, yaitu tahap perencanaan formula, tahap formulasi, tahap analisis dan tahap optimasi. Langkah pertama yang harus dilakukan adalah menentukan variabel-variabel yang akan dikombinasikan beserta konsentrasinya, lalu menentukan respon yang akan diukur yang merupakan fungsi dari komponen – komponen penyusun produk. Tiap – tiap variabel respon akan dianalisis oleh DX7 untuk mendapatkan persamaan *simplex lattice design* dengan ordo yang cocok (*linier, quadratic, cubic, simple, qubic*). Persamaan *simplex lattice design* bisa didapatkan dari tiga proses yaitu berdasarkan *sequential model sum of squares [Tipe I]* untuk model yang mempunyai nilai “*Prob > F*” lebih kecil atau sama dengan 0,05 (*significant*), *lack of fit test* untuk model yang mempunyai nilai “*Prob > F*” lebih besar atau sama dengan 0,1 (*not significant*), dan model *summary statistic*. Kolom *fit summary* dapat digunakan untuk melihat tiga proses ini. Model terbaik dapat ditentukan dengan parameter *adjusted R-Squares* dan *Predicted R-Squared* maksimum. Program DX7 menggunakan kolom *fit summary* untuk memilih model terbaik (*suggested*).

Kelebihan dari *Design Expert* metode *mixture d-optimal* ini adalah ketelitian program ini secara *numeric* mencapai 0,001 dalam menentukan model matematik yang cocok untuk optimasi. Program ini akan memberikan rekomendasi berdasarkan nilai F dan R_2 terbaik. Data respon yang telah diukur dan dimasukkan ke rancangan, penentuan formulasi optimal berdasarkan respon kemudian saat optimasi akan muncul formulasi solusi yang telah dirangkum oleh program berdasarkan kesimpulan hasil seluruh respon, dengan formulasi yang ditentukan oleh program, program ini menyediakan fitur yang lengkap seperti *anova*, *fit summary*, *evaluasi model*, dan lainnya sehingga penggunaannya cepat dan tidak memakan waktu yang lama. (Akbar, 2012).

III BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Bab ini akan menguraikan mengenai : bahan dan alat, metode penelitian, deskripsi penelitian dan prosedur penelitian.

3.1. Bahan dan Alat Yang Digunakan

3.1.1. Bahan yang digunakan

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah pektin, gelatin, ekstrak daun *mulberry* dengan varietas *morus nigra* yang didapatkan dari salah satu kebun di daerah Cibodas – Lembang dengan pemetikan p+2. Pada pembuatan *marshmallow* bahan penunjang yang digunakan meliputi sukrosa, sirup jagung, gelatin, pektin, tepung *maizena*, dan air.

Bahan utama yang digunakan untuk analisis kimia (analisis kadar protein) metode formol adalah aquadest, kalium oksalat, NaOH 0,1 N, Formalin 40%. Bahan yang digunakan untuk analisis (analisis aktivitas antioksidan) dengan metode DPPH (*2,2-Dipenyl-1-picrylhydrazyl*) adalah methanol, aquadest dan toluene, Phenoptalein (PP).

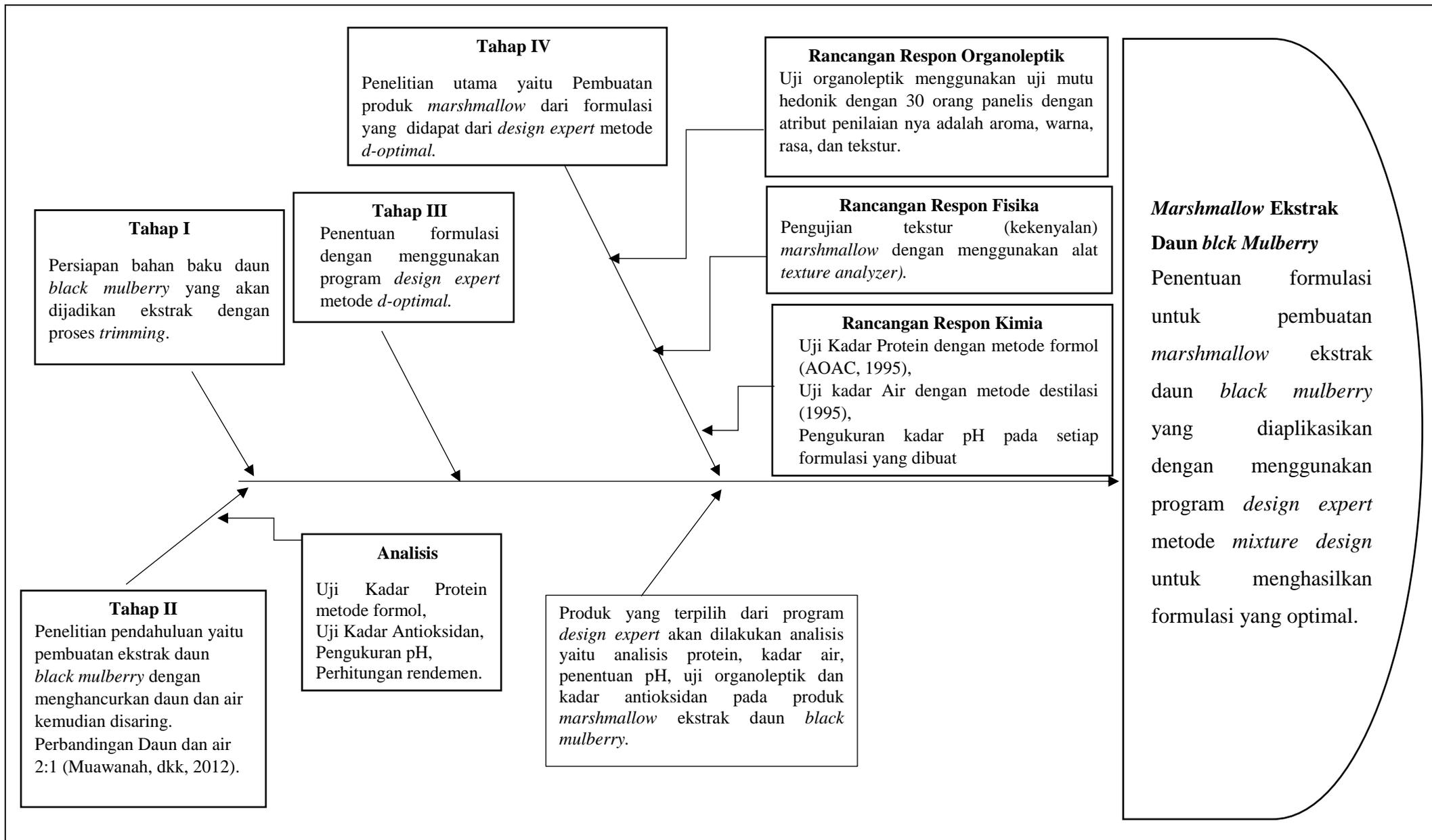
3.1.2. Alat yang digunakan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan digital, wadah/baskom, sendok, *mixer*, spatula, cetakan, kompor, *blender*, kain waring, wajan.

Alat yang digunakan dalam analisis kimia adalah labu ukur, erlenmeyer, biuret, klem dan statif, spektrofotometer UV-Vis, pH meter, *Texture Analyzer*, pipet tetes, pipet mikron, tabung reaksi, batang pengaduk.

3.2. Metode Penelitian

Metode penelitian *marshmallow* ekstrak daun *black mulberry* secara umum dapat digambarkan dan dilihat pada Gambar 2.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian Secara Umum

Metode penelitian yang digunakan terdiri atas 4 tahap diantaranya yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama.

3.2.1. Tahap I

Penelitian tahap satu bertujuan untuk mempersiapkan bahan baku daun *black mulberry* dengan cara penyortiran langsung pada saat pemetikan dan *trimming*. Daun yang dipilih yaitu daun yang masih muda dengan pemetikan P+2, bukan merupakan daun tua dan tidak ada bagian yang termakan oleh ulat sehingga permukaan daun utuh. Setelah daun terpilih selanjutnya dilakukan proses *trimming* dengan membuang tulang yang terdapat pada bagian daun.

3.2.2. Tahap II

Penelitian tahap dua bertujuan untuk mengetahui pembuatan dan karakteristik ekstrak daun *black mulberry* dengan menghancurkan daun dan air kemudian disaring. Perbandingan daun dan air 2 bagian daun : 1 bagian air (Muawanah, dkk, 2012).

Selanjutnya akan dilakukan analisis untuk mengetahui kandungan pada ekstrak daun *black mulberry* diantaranya yaitu uji kadar protein metode formol, uji kadar antioksidan, pengukuran pH, dan Perhitungan rendemen.

3.2.3. Tahap III

Penelitian tahap tiga bertujuan untuk menentukan formulasi dengan menggunakan program *design expert* metode *d-optimal*.

3.2.4. Tahap IV

Penelitian tahap empat bertujuan untuk pembuatan produk *marshmallow* dari formulasi yang didapat dari *design expert* metode *d-optimal*.

Selanjutnya akan dilakukan analisis respon terhadap produk dengan menggunakan respon fisika yang meliputi pengukuran kekerasan dan kekenyalan dengan alat *texture analyzer*. Respon kimia meliputi analisis kadar protein metode formol, analisis kadar air metode destilasi dan pengukuran pH menggunakan pH meter. Respon organoleptik dilakukan dengan menggunakan uji mutu hedonik yang meliputi warna, rasa, aroma dan tekstur. Setelah dilakukan semua respon uji maka akan didapatkan produk terpilih dari beberapa formula yang telah dibuat dengan *design expert*. Produk yang terpilih akan dianalisis kadar antioksidan menggunakan metode DPPH (AOAC, 2000). Penentuan formulasi ini dilakukan dengan menggunakan program pengolahan data statistik, yaitu software *Design Expert* dengan metode *Mixture D-optimal*.

Penentuan formula optimum terdiri dari empat tahap perencanaan formula, tahap analisis dan tahap optimasi. Langkah pertama yang harus dilakukan adalah menentukan variabel – variabel yang akan dikombinasikan beserta konsentrasinya, lalu menentukan respon yang akan diukur yang merupakan fungsi dari komponen – komponen penyusun produk. Tiap tiap variabel respon akan dianalisis oleh *design expert* untuk mendapat persamaan *D-optimal*. *Design expert* menampilkan hasil ANAVA. Suatu variabel respon dinyatakan berbeda signifikan pada taraf signifikan 5% jika nilai Prob>F hasil analisis lebih kecil atau sama dengan 0,05 sedangkan jika Prob>F hasil analisis lebih besar dari 0,1 maka variabel respon dinyatakan tidak berbeda signifikan. Selanjutnya variabel – variabel respon ini digunakan sebagai model prediksi untuk menentukan formula optimal. *Design expert* metode *mixture D-optimal* akan mengolah semua variabel respon

berdasarkan kriteria – kriteria yang diterapkan serta memberikan solusi beberapa formula optimal yang dipilih. Nilai target optimasi yang dicapai dinyatakan dengan *desirability* yang nilainya 0 hingga 1. Semakin mendekati 1, semakin mudah suatu formula dalam mencapai titik formula optimal berdasarkan variabel responnya atau ketetapan formula optimal sangat tinggi. Hal ini dapat dicapai dengan memilih variabel uji yang mampu memberikan pengaruh nyata (berbeda signifikan) terhadap respon, penentuan rentang proporsi relative masing-masing variabel uji, dan nilai target optimasi variabel respon. Nilai *desirability* yang mendekati 1 semakin sulit dicapai apabila kompleksitas variabel uji dan nilai target optimasi tinggi. Optimalisasi dilakukan untuk mencapai nilai *desirability* maksimum. Meskipun demikian, tujuan utama optimasi bukan untuk mencari nilai *desirability* sebesar 1 melainkan untuk mencari kombinasi yang tepat dari berbagai komposisi bahan (Racahmawati, 2012).

Variabel berubah pada rancangan ini adalah ekstrak daun *black mulberry*, gelatin, dan pektin.

Respon pada rancangan ini adalah aktivitas antioksidan, kadar air, kadar protein, viskositas, warna, rasa, aroma, tekstur.

Low menunjukkan batasan nilai terendah (minimum) dan *high* menunjukkan batasan nilai tertinggi (maksimum). Batas minimum (*low*) dan maksimum (*high*) didapat berdasarkan kerangka pemikiran dan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya guna mendapatkan formulasi yang paling baik. Penggunaan gelatin yang baik hingga 10% sehingga akan menghasilkan tekstur kenyal yang baik. Semakin tinggi jumlah gelatin yang ditambahkan kedalam permen jelly maka

tingkat kesukaan terhadap rasa semakin menurun karena jumlah air yang terperangkap dalam molekul-molekul gelatin semakin besar, hal ini akan menyebabkan rasa semakin hambar (Rahmi, dkk, 2012). Batas *low* penggunaan gelatin yaitu 7,5% dan *high* 8%. Penggunaan pektin serupa dimana batas *low* 0,25% dan *high* 1,5% ini merupakan kondisi optimum pembentukan gel (Buckle, et al., 1987).

Model yang digunakan merupakan *Mixture D-Optimal* dengan jumlah *total runs* atau jumlah formulasi sebanyak 7, *total runs* atau formulasi atau formulasi ini didapat secara otomatis oleh program. Berdasarkan pengolahan input data dengan menggunakan program *design Expert* maka didapat formulasi *marshmallow* ekstrak daun *black mulberry* dengan menggunakan *mixture D-Optimal* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pembatasan Formulasi (Variabel Berubah)

Formulasi	Pembatas	
	Low	High
Ekstrak daun <i>mulberry</i>	2.5	3
Gelatin	7.5	8
Pektin	1	1.5

Tabel 5. Bahan Tambahan (Variabel Tetap) dalam Jumlah %

No	Nama Bahan	Jumlah (%)
1.	Air	45
2.	Sukrosa	14
3.	Sirup Jagung	29
	Total	88
	Variabel Berubah	12
	Total Keseluruhan	100

Berdasarkan hasil dari perhitungan formulasi dengan menggunakan program *Design Expert* Metoda *D-Optimal* pada *marshmallow* didapatkan 7 formulasi yang terdiri dari bahan baku (Ekstrak daun *black mulberry*,) dan bahan pengental (pektin dan gelatin) dengan rincian sebagai berikut :

Tabel 6. Formulasi *marshmallow* ekstrak daun *black mulberry* berdasarkan metode Dx

Bahan Formulasi	Ekstrak daun <i>mulberry</i> (%)	Gelatin (%)	Pektin (%)
1.	3.00	7.75	1.25
2.	3.00	8.00	1.00
3.	2.70	8.00	1.30
4.	2,88	7,93	1.19
5.	3.00	7.50	1,50
6.	2.77	7.73	1.50
7.	2.50	8.00	1.50

(Sumber : Program *Design Expert* Metode *D-Optimal*).

Setelah didapatkan bahan baku (Ekstrak daun *black mulberry*) dan bahan pengental (gelatin dan pektin) yang diinput kedalam Program *Design Expert* Metoda *D-Optimal* serta didapat bahan baku penunjang sebagai variabel tetap yang telah ditetapkan pada Tabel 6.

Maka didapat formulasi *marshmallow* ekstrak daun *black mulberry* sebagai berikut :

Tabel 7. Formulasi bahan baku, bahan pengental dan bahan penunjang *marshmallow* ekstrak daun *black mulberry*

Bahan Formulasi	Ekstrak daun <i>mulberry</i> (%)	Gelatin (%)	Pektin (%)	Sirup Jagung	Sukrosa	Air	Total
1.	3.00	7.75	1.25	29	14	45	100
2.	3.00	8.00	1.00	29	14	45	100
3.	2.70	8.00	1.30	29	14	45	100
4.	2,88	7,93	1.19	29	14	45	100
5.	3.00	7.50	1,50	29	14	45	100
6.	2.77	7.73	1.50	29	14	45	100
7.	2.50	8.00	1.50	29	14	45	100

(Sumber : Program *Design Expert* Metode *D-Optimal*)

3.2.5. Analisis Produk

3.2.5.1. Analisis kimia *Marshmallow*

Analisis kimia yang dilakukan terhadap *marshmallow* ekstrak daun *black mulberry* adalah analisis kadar protein metode formol, analisis kadar air metode destilasi dan analisis kadar antioksidan pada sampel produk yang terpilih menggunakan metode DPPH. Produk terpilih adalah *marshmallow* ekstrak daun *mulberry* yang memiliki nilai gizi dan sifat organoleptik mendekati dengan *marshmallow* komersial.

3.2.5.2. Analisa Fisika

Respon fisika yaitu menentukan kekerasan dan kekenyalan dengan menggunakan alat *texture analyzer*.

3.2.5.3. Uji Organoleptik

Uji organoleptik dilakukan untuk mengkaji reaksi konsumen terhadap suatu bahan terhadap formulasi *marshmallow* berdasarkan program DX.

Uji organoleptik ini terhadap 30 panelis. Atribut mutu yang dipilih dalam penilaian uji mutu hedonik *marshmallow* adalah warna, rasa, aroma, tekstur. Data uji organoleptik kemudian dikumpulkan dan dimasukkan ke dalam formulir pengisian dan ditransformasikan menjadi skala numerik, dengan adanya data numerik maka dapat dilakukan analisis statistik. Hasil uji organoleptik tersebut digunakan sebagai data penunjang untuk mengetahui apakah sampel terbaik berdasarkan hasil analisis kimia sama dengan sampel terbaik hasil pengujian organoleptik. Adapun kriteria penilaian yang digunakan dalam uji organoleptik ini ditunjukkan oleh tabel dibawah ini.

Tabel 8. Kriteria Uji Skala Mutu Hedonik *Marshmallow* Ekstrak Daun *Black Mulberry*

Skala Mutu Hedonik	Skala Numerik
Sangat Putih	1
Putih	2
Putih Kehijauan	3
Hijau	4
Sangat Hijau	5

(Sumber : Soekarto, 1985).

3.3. Deskripsi Penelitian

3.3.1. Deskripsi Penelitian Tahap II (Pendahuluan)

Penelitian pendahuluan pada pembuatan *marshmallow* yaitu pembuatan ekstrak daun *black mulberry*, dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahap antara lain : Daun *black mulberry* yang masih segar dilakukan proses *trimming* dengan memisahkan batang dan tangkai selanjutnya ditimbang, di bersihkan, kemudian *diblanching* selama 4 menit, tujuannya untuk menonaktifkan enzim, melunakan jaringan, mempertahankan warna. Setelah semua proses tersebut beres maka daun di hancurkan dengan perbandingan 2 : 1 antara daun dan air.

Terakhir disaring untuk mendapatkan ekstrak (*Muawanah, dkk. 2012*).

3.3.2. Deskripsi Penelitian Tahap IV (Pembuatan *Marshmallow*)

Proses pembuatan *marshmallow* ekstrak daun *mulberry* yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahap antar lain sebagai berikut:

1. Persiapan bahan

Pada proses persiapan bahan yang pertama dilakukan yaitu penimbangan semua bahan – bahan yang akan digunakan untuk proses pembuatan *marshmallow* ekstrak daun *mulberry* sesuai dengan sesuai dengan formula yaitu sukrosa, sirup jagung, pektin, gelatin, ekstrak daun *mulberry*, dan air.

2. Pemanasan

Sukrosa, sirup jagung dan air dilakukan proses pemanasan dengan menggunakan 21% air dari total air keseluruhan untuk melarutkannya, pemanasan dilakukan pada suhu kurang lebih 80⁰C selama kurang lebih 10 menit hingga tercampur merata.

3. Perendaman

Gelatin dan air dilakukan perendaman selama 5 menit dengan banyak air yang digunakan 18% dari total air keseluruhan. Pektin juga dilakukan proses pelarutan dengan penambahan air hingga larut. Air yang digunakan untuk melarutkan pektin yaitu sebesar 6% dari total air keseluruhan.

4. Pencampuran dan pengocokan

Setelah kedua larutan tersebut dipanaskan kemudian dicampur dan diaduk menggunakan *mixer* hingga merata dan mengembang selama 20 menit. Pada proses pencampuran pertama ditambahkan gelatin, disusul dengan ditambahkan ekstrak

daun *mulberry*, kemudian terkakhir penambahan pektin.

5. Pencetakan

Adonan yang telah dicampurkan dan dikocok kemudian dimasukkan ke dalam cetakan yang telah ditaburi dengan gula halus / tepung *maizena*.

6. Aging

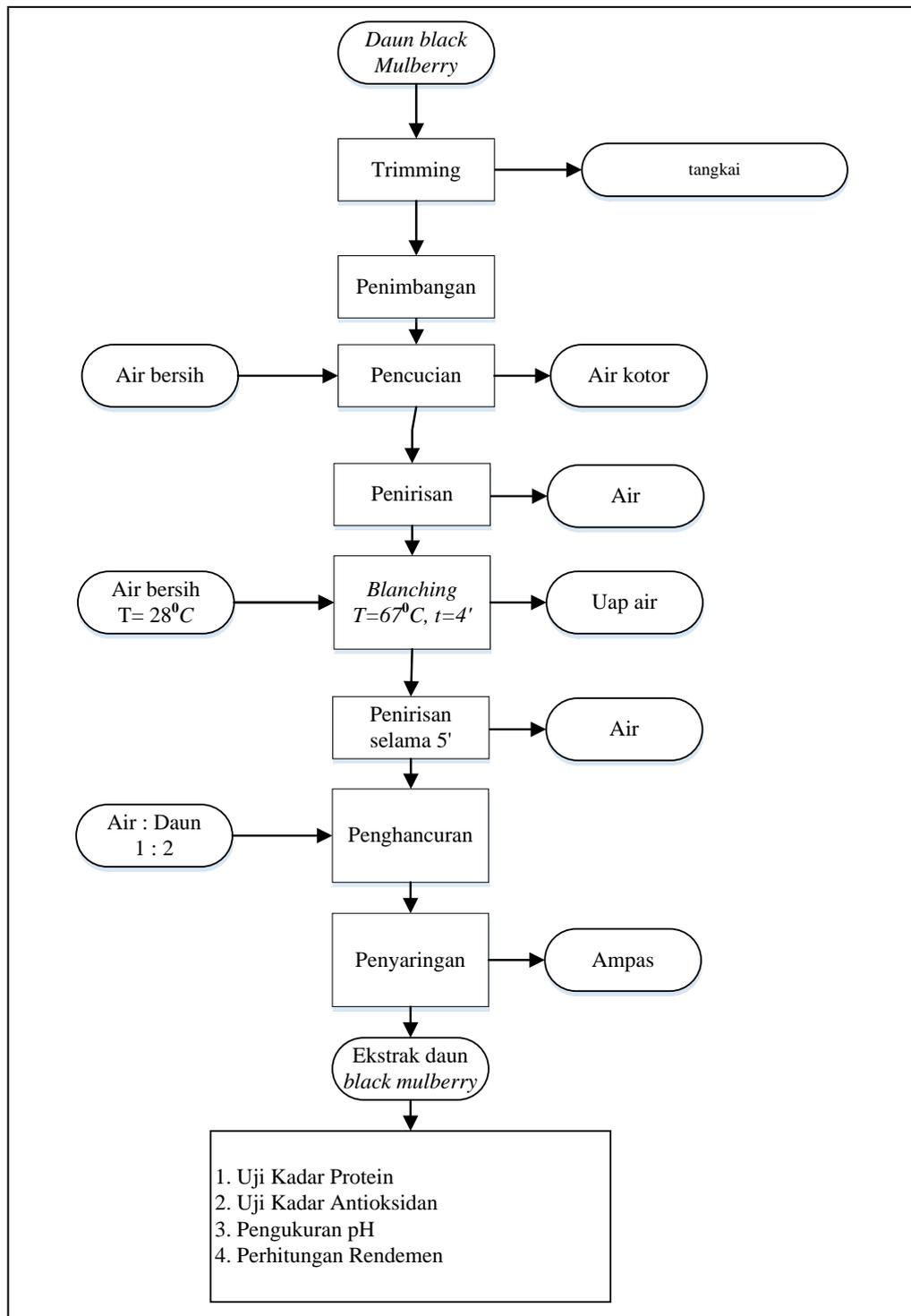
Setelah adonan dicetak maka selanjutnya dilakukan proses aging selama 3-6 jam pada suhu ruang hingga didapat *marshmallow* yang telah kaku.

7. Pelapisan

Pelapisan merupakan tahap terakhir pada pembuatan *marshmallow* ini. Pelapisan bertujuan untuk mengurangi kadar air dipermukaan *marshmallow*, sehingga produk menjadi tidak lengket. Pelapisan dilakukan dengan menggunakan tepung *maizena*. Setelah produk *marshmallow* ekstrak daun *mulberry* jadi maka dilakukan pengamatan uji organoleptik terhadap warna, tekstur, rasa, dan aroma. Uji kimia meliputi analisis kadar air, kadar protein, analisis kadar pH. Uji fisik meliputi analisis kekenyalan dan kekerasan pada produk. Untuk mendapatkan konsentrasi terbaik dari ekstrak daun *black mulberry* yang nantinya data akan diinput kedalam aplikasi *design expert* untuk mendapatkan formulasi optimal.

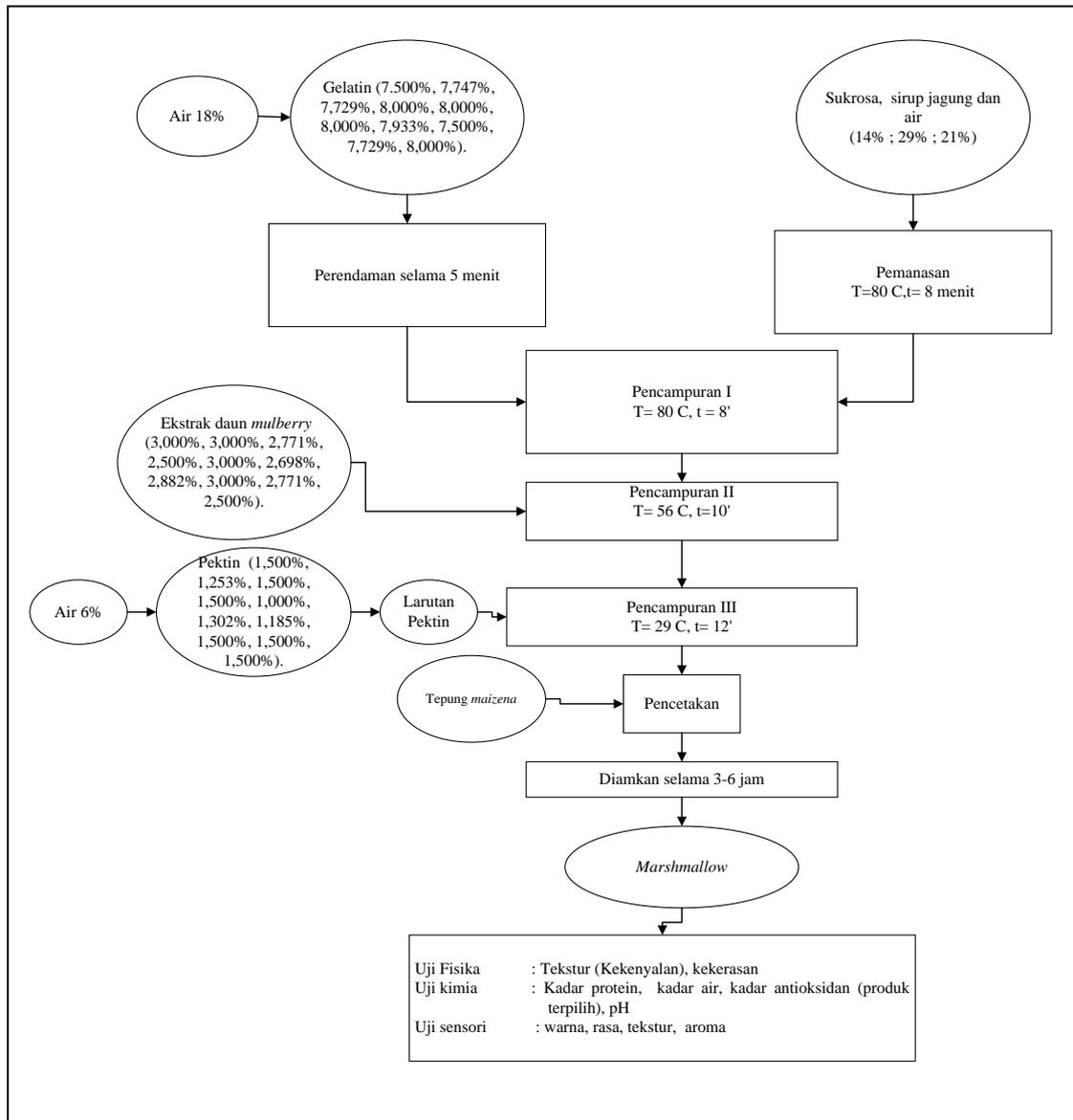
3.4. Prosedur Penelitian

3.4.1. Prosedur Penelitian Tahap II



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian Pendahuluan Pembuatan Ekstrak daun *black mulberry*

3.4.2. Prosedur Penelitian Tahap IV



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian Utama Pembuatan *marshmallow* ekstrak daun *black mulberry* (Modifikasi Sartika, 2009).

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan menguraikan mengenai penelitian pendahuluan, penelitian utama, dan formulasi optimal terpilih.

4.1. Hasil Penelitian Tahap Pertama

Penelitian tahap pertama merupakan persiapan bahan baku daun *black mulberry* yang akan dijadikan ekstrak. Proses yang dilakukan yaitu *trimming* dengan memisahkan tangkai dari daun, diketahui dari berat daun awal 113g setelah dilakukan *trimming* sebesar 108 gram. Tangkai yang hilang sebesar 5g dari total keseluruhan daun 113g. Kemudian dilakukan proses pencucian sehingga didapat daun bersih.

4.2. Hasil Penelitian Tahap Kedua

Penelitian pendahuluan dalam penelitian ini termasuk kedalam penelitian tahap kedua. Penelitian ini terdiri atas pembuatan ekstrak daun *black mulberry* yang akan diformulasikan sebagai variabel tetap. Tujuan dari pembuatan ekstrak daun *black mulberry* ini yaitu untuk menambah nilai gizi dan sebagai zat warna pada produk *marshmallow* ekstrak daun *black mulberry* yang akan dibuat. Penelitian pendahuluan ini diawali dengan penyortiran daun *black mulberry* selanjutnya dibersihkan, kemudian daun di *blanching* untuk melunakan jaringan, daun setelah di *blanching* dilakukan penirisan agar tidak banyak air yang terbawa. Selanjutnya daun dihancurkan dengan penambahan air dengan perbandingan 2 bagian daun : 1 bagian air, sehingga menghasilkan ekstrak daun *black mulberry*. Respon yang akan dilakukan secara kimia yaitu meliputi analisis kadar antioksidan, analisis kadar protein, pengukuran pH, dan perhitungan rendemen.

4.2.1. Rendemen

Ekstrak daun *black mulberry* yang dihasilkan 124,46 dengan berat bahan segar awal yaitu 170 g sehingga didapat total rendemen nya yaitu 73,2117%. Rendemen ekstrak daun *black mulberry* yang dihasilkan cukup banyak ini menandakan ekstrak yang dihasilkan semakin banyak.

Berdasarkan hasil rendemen yang diperoleh dapat diketahui bahwa teknik ekstraksi berpengaruh terhadap rendemen ekstrak yang dihasilkan. Semakin banyak jumlah pelarut maka konsentrasi solute dalam larutan semakin kecil, sehingga driving force perpindahan solute dari padatan ke larutan akan meningkat (Arry, 2010).

Faktor laju ekstraksi berpengaruh terhadap rendemen yang diperoleh. Faktor yang mempengaruhi ekstraksi diantaranya yaitu jenis pelarut, kualitas bahan baku, ukuran partikel padatan, pH, pororsitas, suhu proses, pengadukan, waktu ekstraksi, rasio zat padat terhadap pelarut, dan mode operasi (Endarjo, 1999).

Jenis pelarut mempengaruhi senyawa yang tersari, jumlah solute yang terekstrak dan kecepatan ekstraksi. Pada penelitian ini pelarut air digunakan untuk proses ekstraksi. Air merupakan senyawa polar dimana hasil ekstraksi dengan air akan mengekstrak senyawa yang bersifat polar, tingkat kepolaran pelarut menentukan jenis dan jumlah senyawa yang dapat diekstrak dari bahan. Pelarut akan mengekstrak senyawa-senyawa yang mempunyai kepolaran yang sama atau mirip dengan kepolaran pelarut yang digunakan (Lestiani dan Lanny, 2008).

Jenis senyawa dalam daun *black mulberry* yang diduga ikut terekstrak adalah vitamin C, serat, protein dan kalsium yang larut dalam air, sifat senyawa

tersebut larut dalam air sehingga rendemen yang dihasilkan pun tinggi. Secara umum kenaikan temperatur akan meningkatkan jumlah zat terlarut kedalam pelaut. Temperatur pada proses ekstraksi memang terbatas hingga suhu titik didih pelarut yang digunakan (Eko, 2013)

Rentang pH yang digunakan harus sesuai dengan kestabilan bahan yang akan diekstrak. Misalnya untuk klorofil, suasana asam dan basa akan membuat klorofil terhidrolisis menjadi klorofilid (Eko, 2013).

Perlu diperhatikan apakah struktur bahan padat berpori atau tidak. Struktur yang berpori dari padatan berarti memungkinkan terjadinya difusi internal solute dari permukaan padatan kepori – pori permukaan tersebut (Eko, 2013)

Laju ekstraksi juga meningkat apabila ukuran partikel bahan baku semakin kecil. Dalam arti lain, rendemen ekstrak akan semakin besar bila ukuran partikel semakin kecil. Ukuran bahan yang semakin kecil dapat meningkatkan rendemen ekstrak daun *black mulberry*. Semakin kecil ukuran bahan maka semakin banyak sel-sel yang pecah, sehingga semakin luas bidang kontak antara bahan dengan pelarut (Heat dan Reineccius, 1989).

Rendemen ekstrak daun *mulberry* diperoleh dari perbandingan ekstrak daun *mulberry* yang dihasilkan dengan berat bahan segar yang digunakan. Semakin besar rendemen yang dihasilkan, maka semakin efisien perlakuan yang diterapkan dengan tidak mengesampingkan sifat – sifat lainnya. Rendemen yang dihasilkan merupakan jumlah senyawa yang terekstrak oleh berbagai macam pelarut dengan tingkat kepolaran yang berbeda (Syahbirini et al., 2005).

4.2.2. Analisis Kadar Antioksidan

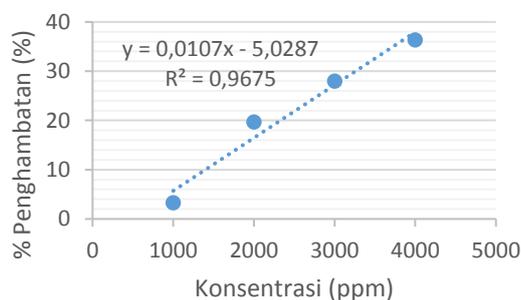
Berikut hasil analisis kadar antioksidan yang telah dilakukan terhadap ekstrak daun *black mulberry*.

Tabel 9. Data aktivitas antioksidan ekstrak daun *black mulberry*

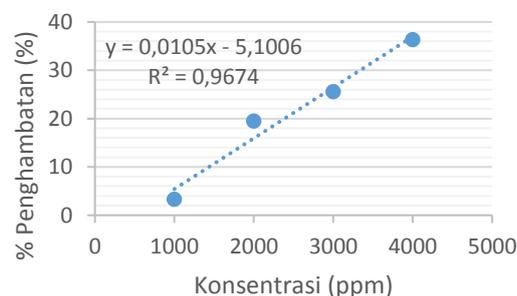
Sampel	Pengulangan pembacaan	Nilai IC ₅₀ (ppm)	Rata-rata nilai IC ₅₀ (ppm)
Daun Murbei	1	5142,87	5195,27
	2	5247,68	

Tabel 10. Data pengujian aktivitas antioksidan ekstrak daun *black mulberry*

Konsentrasi (ppm)	Nilai absorbansi		Nilai penghambatan (%)	
	Ke-1	Ke-2	Ke-1	Ke-2
0	0,696	0,695		
1000	0,673	0,673	3,30	3,30
2000	0,559	0,560	19,68	19,54
3000	0,501	0,518	28,02	25,57
4000	0,443	0,443	36,35	36,35



Gambar 6. . Grafik aktivitas antioksidan ekstrak daun *black mulberry* pembacaan ke-1



Gambar 7. Grafik aktivitas antioksidan ekstrak daun *black mulberry* pembacaan ke-2

Pengujian aktivitas antioksidan dalam penelitian ini menggunakan metode efek penangkapan radikal bebas DPPH (*Diphenyl Picryl Hydrazil*) Dalam hal ini DPPH menjadi sumber radikal bebas, untuk dipertemukan dengan ekstrak daun *black mulberry* yang menjadi antioksidan.

Rata nilai IC₅₀ berkisar 5195,27 ppm. Hasil analisis menunjukkan bahwa

ekstrak daun *black mulberry* mempunyai kadar antioksidan yang sangat lemah. Rata – rata nilai kadar antioksidan pada berbagai kombinasi perlakuan ditunjukkan pada Tabel 9.

Dari hasil penelitian menunjukkan nilai 5195,27 ppm yang artinya tingkat intensitas antioksidan yang didapat dari ekstrak daun *mulberry* sangat lemah. Ini dapat dipengaruhi dari suhu *blanching* pada daun yang membuat aktivitas antioksidan menurun. Secara umum tahap proses *blanching* bertujuan untuk menonaktifkan enzim polifenoloksidase. Proses *blanching* dapat menurunkan aktivitas antioksidan, misalnya pada bunga turi (Wahyuningsih, 2008), kubis merah (Volden dkk., 2008). Pada bahan tertentu proses *blanching* dapat meningkatkan aktivitas antioksidan misalnya pada jagung (Randhir dkk., 2008), tomat (Kwan dkk., 2007). Peningkatan aktivitas antioksidan selama *blanching* diduga terjadi perubahan senyawa kurang aktif menjadi aktif, hal ini sesuai hasil penelitian (Kim dkk., 2010) bahwa pemanasan tanin menunjukkan peningkatan aktivitas antioksidan dibanding tanpa pemanasan.

Aktivitas perendaman radikal bebas DPPH ekstrak daun *black mulberry* ditentukan oleh berbagai senyawa antioksidan yang terdapat dalam daun *black mulberry*. Ekstrak air cenderung memiliki aktivitas perendaman DPPH lebih besar dari pada ekstrak metanol, hal ini disebabkan karena kandungan vitamin C yang larut terhadap air.

Hasil pengujian aktivitas antioksidan berhubungan dengan hasil rendemen ekstrak yang dihasilkan dan membuktikan adanya co-ekstraksi dari senyawa lain yang tidak memberikan aktivitas antioksidan.

Senyawa non fenol yang dapat larut dalam pelarut organik seperti metanol, etanol dan air adalah gula, asam organik dan protein (Adzkiya, 2011).

IC50 merupakan konsentrasi larutan substrat atau sampel yang mampu mereduksi aktivitas DPPH sebesar 50% atau IC50 dapat dikatakan bilangan yang menunjukkan konsentrasi ekstrak (ppm) yang mampu menghambat proses oksidasi sebesar 50%. Semakin kecil nilai IC50 berarti semakin tinggi aktivitas antioksidan. Berikut adalah penggolongan aktivitas antioksidan senyawa uji menggunakan metode DPPH menurut IC50.

Tabel 11. Tingkat kekuatan Antioksidan dengan Metode DPPH

Intensitas	Nilai IC50 (ppm)
Sangat Kuat	< 50
Kuat	50-100
Sedang	101-150
Lemah	>150

(sumber : Molineux, 2004)

4.2.3. Kadar Protein

Hasil analisis kadar protein terhadap ekstrak daun *black mulberry* diperoleh hasil 3,35%. Dari hasil penelitian menunjukkan nilai 3,35% kadar protein yang dapat dari ekstrak daun *mulberry*. Sedangkan menurut Nunuh (2012) kadar protein kasar yang dimiliki daun *mulberry* dengan varietas *morus nigra* yaitu 22,59 %. Hal ini menunjukkan perbedaan yang sangat jauh. Perbedaan ini ditunjukkan dari perlakuan bahan yang berbeda antara daun segar yang diteliti dan ekstrak daun yang telah mengalami *blanching* terlebih dahulu.

Pengujian kadar protein ini menggunakan metode formol dimana daun *mulberry* yang digunakan merupakan daun muda dengan pemetikan p+2.

Perlakuan panas dapat memberikan pengaruh yang menguntungkan dan merugikan terhadap protein. Pengaruh yang menguntungkan yaitu meningkatkan daya guna protein, sebab adanya pemanasan pada proses pengolahan dapat menginaktifkan atau menurunkan protein inhibitor. Pemanasan akan membuat protein bahan terdenaturasi sehingga kemampuan mengikat airnya menurun (Winarno, 2002).

Protein yang terdenaturasi akan mengendap karena gugus – gugus yang bermuatan positif dan negatif dalam jumlah yang sama atau netral atau dalam keadaan titik isoelektrik. Pada saat denaturasi terjadi pemutusan ikatan hidrogen, interaksi hidrofobik dan ikatan garam hingga molekul protein tidak punya lipatan lagi (Nugraha, 2015).

Selain faktor pemanasan, yang mengakibatkan kadar protein menjadi kecil adalah metode analisis yang digunakan. Metode analisis protein formol hanya mendeteksi asam amino yang terdapat dalam bahan bukan merupakan keseluruhan protein seperti halnya analisis protein Kjeldhal yang merupakan analisis protein kasar. Pada penelitian protein kasar semua senyawa yang mengandung gugus N akan teranalisis sehingga mungkin nilai yang didapat menjadi lebih besar dibandingkan metode analisis protein formol.

Protein memiliki berat molekul (BM) sekitar lima ribu sampai satu juta sehingga protein sangat mudah mengalami perubahan fisis dan aktivitas biologisnya yang biasanya disebut dengan denaturasi protein.

Denaturasi protein adalah perubahan struktur protein yang pada keadaan terdenaturasi penuh, hanya struktur primer protein saja yang tersisa, protein tidak lagi memiliki struktur sekunder, tersier, dan kuarterner. Salah satu penyebab

denaturasi protein adalah pemanasan (Yani, 2010).

Faktor lain yang menyebabkan kadar protein rendah adalah kemampuan mengabsorpsi yang tinggi, sensitifitas terhadap elektrolit, panas, pH, dan pelarut (Anwar dan sulaeman, 1992).

4.2.4. Penentuan Kadar pH

pH ekstrak daun *black mulberry* yang telah di *blanching* yaitu sebesar 6,5 pH tersebut mendekati pH netral. pH berpengaruh terhadap kestabilan klorofil dimana pH akan menentukan degradasi pigmen klorofil.

Degradasi klorofil dipengaruhi oleh banyak faktor, salah satunya adalah pH. Pada kondisi asam (pH 3), klorofil tidak stabil terhadap panas, sedangkan pada kondisi basa (pH sekitar 9) klorofil sangat stabil pada panas. Pada proses pemanasan, akan terjadi pelepasan senyawa – senyawa asam dari jaringan tanaman. Hal ini berakibat klorofil tidak stabil dan membentuk warna coklat (pheophytin) (Fennema, 1996).

Kestabilan klorofil terhadap pH netral – pH agak basa (pH 9) dengan suhu 100⁰C. Dalam asam klorofil tidak stabil mudah berubah menjadi berwarna coklat sebab atom mg pada klorofil diganti oleh atom -H sehingga terbentuk oleh suatu senyawa feofotin (Riata, 2010).

Kondisi pH sangatlah penting, selain pH berpengaruh terhadap kestabilan pigmen klorofil, pH juga berpengaruh terhadap produk *marshmallow*, karena pada pembuatan *marshmallow* pH harus dijaga untuk menentukan keberhasilan dari produk. Kondisi pH yang terlalu rendah akan mengakibatkan produk sineresis,

tetapi dengan kondisi pH terlalu basa akan menyebabkan produk menjadi berwarna kekuning – kuningan.

4.3. Hasil Penelitian Tahap Ketiga

Penelitian tahap ketiga merupakan penentuan formulasi dengan menggunakan program *design expert* metode *d-optimal*. Formulasi yang diawali dengan penentuan variabel berubah sebagai data yang akan diolah pada *design expert* sehingga didapat 7 formula akhir yang akan dilakukan penelitian.

Berikut hasil formulasi yang didapat dari *design expert* setelah digabung antara variable tetap dan variable berubah.

Tabel 12. Formulasi *Marshmallow* Ekstrak Daun *Black Mulberry* Berdasarkan Meode Dx

Bahan Formulasi	Ekstrak daun <i>mulberry</i> (%)	Gelatin (%)	Pektin (%)	Sirup Jagung	Sukrosa	Air	Total
1.	3.00	7.75	1.25	29	14	45	100
2.	3.00	8.00	1.00	29	14	45	100
3.	2.70	8.00	1.30	29	14	45	100
4.	2,88	7,93	1.19	29	14	45	100
5.	3.00	7.50	1,50	29	14	45	100
6.	2.77	7.73	1.50	29	14	45	100
7.	2.50	8.00	1.50	29	14	45	100

(Sumber : Program *Design Expert* Metode *D-Optimal*)

Formulasi tersebut akan dilakukan analisis fisika, kimia dan organoleptik, semua data hasil analisis diinput kedalam aplikasi sehingga akan didapat formulasi optimal dari *design expert*.

4.4. Hasil Penelitian Tahap Keempat

Penelitian tahap keempat atau penelitian utama merupakan penelitian lanjutan dari penelitian pendahuluan yang diawali dengan pembuatan *marshmallow*

ekstrak daun *black mulberry* dengan 7 formulasi yang diberikan oleh program *design expert* metoda *d-optimal*.

4.4.1. Hasil Analisis Fisika

4.4.1.1. Hasil Analisis Kekerasan (*Hardness*)

Berikut hasil analisis kekerasan (*hardness*) yang telah dilakukan terhadap ke 7 formulasi.

Tabel 13. Hasil Analisis Kekerasan (*Hardness*)

Formulasi/ respon	Ekstrak daun <i>mulberry</i> (%)	Gelatin (%)	Pektin (%)	Atribut
				<i>Hardness</i> g/force
1	3.00	7.75	1.25	1199,92
2	3.00	8.00	1.00	2038,56
3	2.70	8.00	1.30	1798,80
4	2,88	7,93	1.19	1745,79
5	3.00	7.50	1,50	1504,40
6	2.77	7.73	1.50	1623,91
7	2.50	8.00	1.50	1623,89

Hasil yang diperoleh dari setiap formulasi rata-rata mulai dari 1199,92 g/force– 2038,56 g/force (Tabel 12). Data tersebut menunjukkan kekuatan gel yang dimiliki *marshmallow* ekstrak daun *black mulberry* lebih tinggi tingkat kekerasannya dibandingkan dengan *marshmallow* komersial. Analisis kekerasan yang dimiliki oleh *marshmallow* komersial yaitu 614,45 gram/cm² (Trilaksani dkk, 2009). Dengan adanya penambahan 2 jenis bahan pembentuk gel, gel yang didapat akan semakin kuat dan kenyal.

Kekerasan merupakan sifat benda atau produk pangan padat dalam hal daya tahan untuk pecah akibat gaya tekan yang tidak bersifat deformasi (Soekarto 1990).

Berdasarkan tabel diatas formula yang memiliki kekerasan (kekuatan gel) yang tinggi yaitu pada formulasi no 2, 3 dan 4, ketiga formulasi tersebut memiliki konsentrasi gelatin yang tinggi dan dengan penambahan pektin yang mempengaruhi

proses pembentukan gel. Hal tersebut diduga penggunaan gelatin yang tinggi serta dengan penambahan pektin akan menghasilkan gel yang keras, sedangkan penggunaan jumlah gelatin yang rendah akan menghasilkan gel yang lunak dan lengket. Gelatin sebagai bahan pengental membuat kekuatan gel yang dimiliki *marshmallow* ekstrak daun *black mulberry* semakin kuat selain penambahan gelatin dan pektin. Penambahan gula juga berpengaruh terhadap kekerasan tekstur dari *marshmallow*. Penambahan tersebut mempengaruhi kekerasan dari *marshmallow*. Kandungan gula yang tinggi dapat menyebabkan gel menjadi keras dan menurunkan tekstur *marshmallow* (Choi dan Regenstein, 2000 dalam (Trilaksani dkk, 2009).

Gelatin merupakan senyawa turunan protein yang dihasilkan dari serabut kolagen jaringan penghubung yang dihidrolisis secara asam atau basa. Gelatin mengandung 18 asam amino, yaitu sembilan asam amino esensial dan sembilan asam amino non esensial. Asam amino yang paling banyak terkandung dalam gelatin antara lain glisin (21,4%), prolin (12,4%), hidroksiprolin (11,9%), asam glutamat (10%) dan alanin (8,9%) (Fauzi, 2007).

Fungsi gelatin terutama sebagai pembentuk gel yang mengubah cairan menjadi padatan yang elastis, atau mengubah bentuk sol menjadi gel. Dalam pembuatan jelly, gelatin didispersikan dalam air dan dipanaskan sampai membentuk sol. Gelatin mempunyai sineresis yang rendah dan mempunyai kekuatan gel antara 220-225 gr bloom, sehingga sering digunakan dalam produk jelly (Fauzi, 2007).

Gelatin tidak larut dalam air dingin tetapi jika terjadi kontak dengan air dingin

akan mengembang dan membentuk gelembung besar. Jika dipanaskan pada suhu sekitar 71⁰C, gelatin akan larut karena pecahnya agregat molekul disperse koloid makromolekuler. Jika gelatin dipanaskan dalam larutan gula maka suhu yang diperlukan diatas 82⁰C. Daya tarik menarik antara molekul protein menjadi lemah dan sol tersebut bersifat seperti cairan, artinya bersifat mengalir dan dapat dituang dengan mudah. Bentuk sol yang didinginkan mempunyai molekul yang kompak dan tergulung, kemudian mulai mengurai dan terjadi ikatan silang antara molekul yang berdekatan sehingga terbentuk suatu jaringan (Glikman, 1980).

Sifat gelatin yang reversible (bila dipanaskan akan terbentuk cairan dan sewaktu didinginkan akan terbentuk gel kembali). Sifat lain dari gelatin adalah jika konsentrasi terlalu tinggi maka gel yang terbentuk akan kaku, sebaliknya jika konsentrasi terlalu rendah, gel menjadi lunak dan tidak terbentuk. Kekuatan dan kestabilan gel tergantung dari beberapa faktor antara lain konsentrasi gelatin, temperatur, bobot molekul gel, lama pendinginan, distribusi asam dan basa, struktur gelatin, pH, dan reagen tambahan (Herutami, 2002).

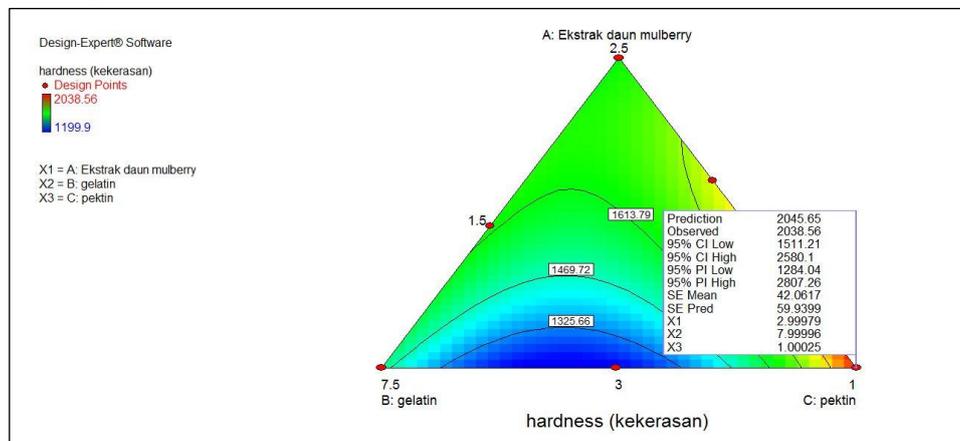
Kekuatan gel berhubungan dengan sifat khas gelatin sebagai pembentuk gel. Gel terbentuk akibat ikatan hidrogen antara molekul gelatin Kekuatan gel gelatin akan mempengaruhi elastisitas suatu produk yang dihasilkan(Nussinovitch 1997). Kekuatan gel gelatin dipengaruhi oleh panjang rantai asam amino. Semakin panjang rantai asam amino gelatin maka kekuatan gel semakin meningkat karena misel yang dibentuk gelatin kuat (Herutami, 2002).

Kekuatan gel yang terbentuk tidak hanya didapat dari konsentrasi gelatin tetapi dengan penambahan pektin kekuatan gel pun akan terbentuk. Sifat kimia

yang terpenting dari pektin adalah kemampuan membentuk gel. Mekanisme pembentukan gel yaitu dengan penambahan gula akan mempengaruhi keseimbangan pektin, air yang ada akan meniadakan kemantapan pektin. Pektin akan menggumpal membentuk serabut halus. Struktur ini mampu menahan cairan. Makin tinggi kadar pektin maka makin padat struktur serabutnya. Semakin tinggi kadar gula, semakin berkurang air yang ditahan oleh struktur. Kondisi yang sangat asam menghasilkan suatu struktur gel yang padat atau bahkan merusak struktur karena hidrolisis pektin. Asiditas rendah menghasilkan serabut – serabut yang lemah, tidak mampu menahan cairan dan gel mudah hancur tiba – tiba (Ratna, dkk 2005).

Data ANAVA hasil analisis kekerasan (*hardness*) untuk 7 formulasi dapat dilihat pada Lampiran 11. menunjukkan bahwa ke-7 formulasi secara statistik **tidak berpengaruh** terhadap atribut kekerasan yang ditunjukkan dengan hasil *not significant* (tidak signifikan) dimana “Model F-nilai” 44,48 berarti model relatif tidak signifikan. *Model* adalah hal yang diinginkan untuk menunjukkan kecocokan antara respon dan perlakuan, hal ini ditunjukkan oleh nilai “Probabilitas > F” kurang dari 0,0500 menunjukkan istilah model yang signifikan. Nilai lebih besar dari 0,1000 menunjukkan model yang tidak signifikan, jadi ke-7 formulasi tidak berbeda nyata, hal ini disebabkan karena kekerasan *marshmallow* ekstrak daun *mulberry* disebabkan oleh penambahan gelatin dan pektin yang memiliki sifat membentuk gel, dimana rentang antara batas minimum dan maksimum yang tidak terlalu jauh, jadi untuk penggunaan gelatin dan pektin untuk ke-7 formulasi tidak banyak perbedaan. Hasil menunjukkan standar deviasi 42,70.

Grafik Formula Optimal Berdasarkan Analisis Kekerasan (*Hardness*) dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 8. Grafik Formula Optimal Berdasarkan Analisis Kekerasan (*Hardness*)

Grafik menunjukkan formulasi optimal berdasarkan respon kekerasan (*hardness*) yang diprediksi dan kekerasan/kekuatan gel yang diinginkan tidak terlalu tinggi dimana persyaratan kekerasan 614,45 g/cm² yang dimiliki oleh *marshmallow* komersial.

Prediksi yang dilakukan mendekati kekerasan tertinggi dari ke-7 formulasinya yaitu 2045.65 gram/force. Formulasi tersebut yaitu Ekstrak daun *mulberry* 2.99% gelatin 7.99%, dan pektin 1.00% yang keseluruhan berjumlah 12% dan sisanya yang merupakan variabel tetap yaitu sirup jagung 29%, Sukrosa 14%, dan Air 45%.

4.4.1.2. Hasil Analisis Kekenyalan (*Springness*)

Berikut hasil analisis kekenyalan (*springness*) yang telah dilakukan terhadap ke 7 formulasi.

Tabel 14. Hasil Analisis Kekenyalan (*Springness*)

Formulasi/ Respon	Ekstrak daun <i>mulberry</i> (%)	Gelatin (%)	Pektin (%)	Atribut
				<i>Springness</i>
1	3.00	7.75	1.25	1,772
2	3.00	8.00	1.00	1,70
3	2.70	8.00	1.30	1,44
4	2,88	7,93	1.19	1,42
5	3.00	7.50	1,50	1,49
6	2.77	7.73	1.50	1,39
7	2.50	8.00	1.50	1,34

Berdasarkan Tabel 14 menunjukkan bahwa penambahan gelatin berpengaruh terhadap kekenyalan/elastisitas permen. Analisis kekenyalan dari ke-7 formulasi ini memiliki tingkat kekenyalan mulai dari 1,34 - 1,77.

Dari analisis data dapat dilihat bahwa penambahan gelatin berpengaruh terhadap elastisitas *marshmallow* konsentrasi gelatin merupakan salah satu faktor terpenting dalam pembentukan gel. Konsentrasi gelatin yang terlalu rendah akan menyebabkan gel yang terbentuk menjadi lembek atau bahkan tidak terbentuk gel. Pada permen dengan konsentrasi lebih besar, molekul-molekul proteinnya akan saling mengikat secara lebih rapat untuk membentuk suatu pertautan atau jaringan, sehingga sifat kekerasan dari permen cenderung tinggi (Vail *et al*, 1987 dalam Herutami, 2002).

Marshmallow yang ditambahkan gelatin dapat meningkatkan elastisitas produk karena gelatin dapat berikatan dengan protein sehingga menyebabkan *marshmallow* memiliki kekuatan untuk menahan tekanan dari luar dan kembali ke bentuk semula setelah tekanan dihilangkan (Sartika, 2009).

Gelatin memiliki kekenyalan yang khas karena mempunyai sifat *gelling agent* sehingga produsen permen *jelly* lebih banyak menggunakan gelatin dari pada bahan

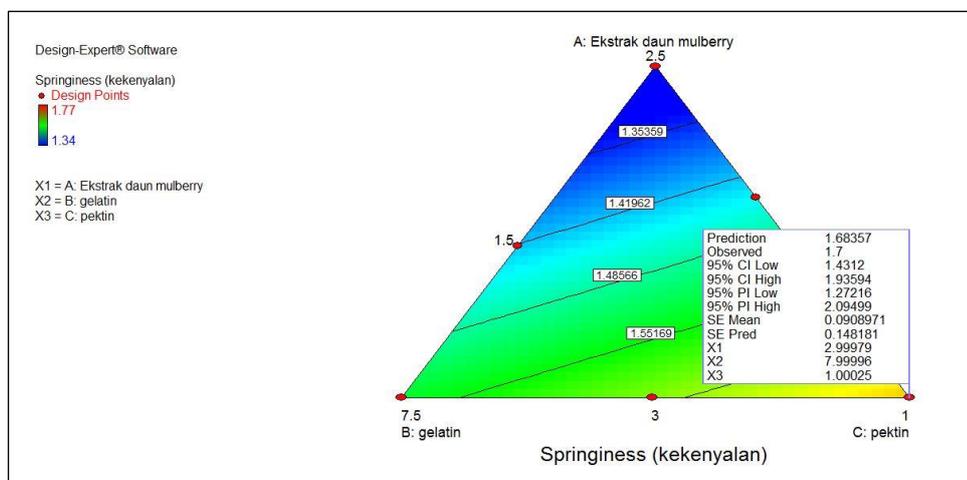
pembentuk gel lainnya sebagai campuran produknya. Penggunaan gelatin dalam pembuatan permen *jelly* dapat menghambat kristalisasi gula, mengubah cairan menjadi padatan yang elastis, memperbaiki bentuk dan tekstur permen jelly yang dihasilkan. Penambahan gelatin tentu saja dapat mempengaruhi sifat fisik dan kimia produk tersebut. Salah satu faktor terpenting dalam pembentukan gel adalah konsentrasi gelatin dalam campuran. Karena gel hanya akan terbentuk dalam batas tertentu. Jika konsentrasi gelatin terlalu rendah, maka gel akan menjadi lunak atau tidak terbentuk gel, tetapi jika konsentrasi gelatin yang digunakan terlalu tinggi, maka gel yang terbentuk akan kaku (Vail *et al*, 1978 dalam Herutami, 2002).

Perbedaan elastisitas *marshmallow* disebabkan oleh perbedaan kekuatan gel masing – masing gelatin, dimana semakin tinggi kekuatan gel pada gelatin maka semakin elastis *marshmallow* yang terbentuk (Gudmundsson, 2002).

Kekenyalan merupakan kemampuan bahan untuk menerima tegangan tanpa mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk yang permanen setelah tegangan dihilangkan. Kekenyalan juga menyatakan seberapa banyak perubahan bentuk elastis yang dapat terjadi sebelum perubahan bentuk yang permanen mulai terjadi, atau dengan kata lain kekenyalan menyatakan kemampuan bahan untuk kembali ke bentuk dan ukuran semula setelah menerima beban yang menimbulkan deformasi. Elastisitas dapat didefinisikan sebagai laju bahan yang dideformasi kembali ke kondisi asal (tidak terdeformasi) setelah gaya yang dideformasikan dihilangkan. Jika suatu benda ditarik dan benda tersebut kembali pada kondisi awal saat benda tersebut dilepas dari tarikan maka bisa dikatakan benda tersebut memiliki elastisitas (deMan, 1997).

Data ANAVA hasil analisis kekenyalan (*springness*) ke – 7 formulasi dapat dilihat pada Lampiran 12. ANAVA tersebut menunjukkan bahwa ke-7 formulasi secara statistik **tidak berpengaruh** terhadap atribut kekenyalan yang ditunjukkan dengan hasil *not significant* (tidak signifikan) dimana “Model F-nilai” 3.85 berarti model relatif tidak signifikan. *Model* adalah hal yang diinginkan untuk menunjukkan kecocokan antara respon dan perlakuan, hal ini ditunjukkan oleh nilai “Probabilitas > F” kurang dari 0,0500 menunjukkan istilah model yang signifikan. Nilai lebih besar dari 0,1000 menunjukkan model yang tidak signifikan, jadi ke-7 formulasi tidak berbeda nyata, hal ini disebabkan karena kekenyalan *marshmallow* ekstrak daun *black mulberry* disebabkan oleh penambahan gelatin dan pektin yang memiliki sifat membentuk gel sehingga menghasilkan produk yang kenyal dan elastis, dimana rentang antara batas minimum dan maksimum yang tidak terlalu jauh, jadi untuk penggunaan gelatin dan pektin untuk ke-7 formulasi tidak banyak perbedaan. Hasil menunjukkan standar deviasi 0,12.

Grafik Formula Optimal Berdasarkan Analisis Kekenyalan (*Springness*) dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 9. Grafik Formula Optimal Berdasarkan Analisis Kekenyalan (*Springness*)

Grafik menunjukkan formulasi optimal berdasarkan respon kekenyalan (springness) yang diprediksi dan kekenyalan/elastisitas gel yang diinginkan adalah tinggi sedangkan tingkat elastisitas produk *marshmallow* komersil 79.03 mm.

Prediksi yang dilakukan untuk tingkat kekenyalan yang paling tinggi dari ke-7 formulasinya yaitu 1,68. Formulasi tersebut yaitu Ekstrak daun *mulberry* 2.99 gelatin 7,99 dan pektin 1.00 yang keseluruhan berjumlah 12% dan sisanya yang merupakan variabel tetap yaitu sirup jagung 29%, Sukrosa 14%, dan Air 45%.

4.4.2. Hasil Analisis Kimia

4.4.2.1. Analisis Kadar Protein

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 14 menunjukkan kadar protein yang diperoleh dari ke – 7 formulasi tidak terlalu tinggi.

Berikut merupakan hasil analisis kadar protein yang telah dilakukan pada 7 formulasi *marshmallow* ekstrak daun *mulberry*.

Tabel 15. Hasil Analisis Kadar Protein

Formulasi/ Respon	Ekstrak daun <i>black mulberry</i>(%)	Gelatin (%)	Pektin (%)	Kadar Protein (%)
1	3.00	7.75	1.25	0,183
2	3.00	8.00	1.00	0,512
3	2.70	8.00	1.30	0,364
4	2,88	7,93	1.19	1,628
5	3.00	7.50	1.50	0,187
6	2.77	7.73	1.50	0,171
7	2.50	8.00	1.50	0,110

Hal tersebut disebabkan kadar protein dari ekstrak daun *black mulberry* sendiri tidak terlalu tinggi yaitu 3,3%, dan konsentrasi ekstrak daun *black mulberry* yang ditambahkan kedalam produk pun tidak terlalu banyak. Akibatnya kadar protein yang didapatkan menjadi rendah. Kadar protein tidak hanya didapat dari

ekstrak daun *black mulberry*. Selain itu dengan adanya penambahan gelatin pun mempengaruhi kadar protein, karena gelatin mengandung 90% protein yang tersusun atas asam amino glikin, prolin dan hidroprolin.

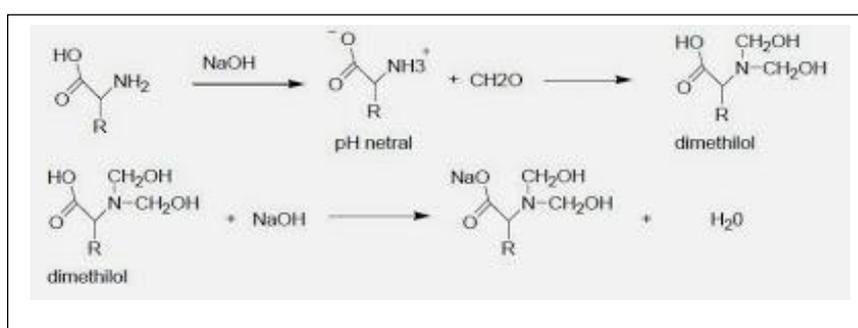
Pengolahan bahan pangan berprotein yang tidak terkontrol dengan baik dapat menurunkan nilai gizi proteinnya. Pengolahan yang sering dilakukan adalah pengolahan dengan menggunakan pemanasan seperti pemasakan. Sebagai mana diketahui protein merupakan senyawa reaktif. Sisi aktif beberapa asam amino dalam protein dapat bereaksi dengan komponen lain misalnya gula pereduksi, polifenol, lemak dan produk oksidasinya, serta bahan kimia adiktif seperti alkali, belerang, dioksida, atau hidrogen peroksida. Selain itu perlakuan dengan alkali menyebabkan terjadinya resemisasi asam amino dan juga reaksi antar asam amino yaitu terbentuknya lisinolanin dari lisin dan alanin. Kesemuanya tersebut dapat menyebabkan menurunnya nilai gizi protein dan menurunnya ketersediaan asam – asam amino esensial (Muachtadi, 1989).

Pada permen dengan konsentrasi gelatin yang tinggi atau besar, molekul proteinnya akan saling mengikat silang secara lebih rapat untuk membentuk suatu pertautan atau jaringan, sehingga sifat kekerasan dari permen cenderung tinggi dengan kata lain protein sangat berpengaruh terhadap tekstur *marshmallow*. Salah satu faktor rendahnya kadar protein yaitu dengan pemanasan, pemanasan cenderung merusak karena protein mengalami denaturasi.

Molekul Protein merupakan rantai panjang yang tersusun oleh mata rantai asam – asam amino. Asam amino merupakan senyawa yang memiliki satu atau lebih gugus karboksilat (-COOH) dan satu lebih gugus amina (-NH₂), yang salah

satunya terletak pada atom C tepat pada gugus karboksilat (C- α). Protein dapat dihidrolisis menjadi asam amino menggunakan enzim protease melalui titrasi formol. Titrasi formol asam amino, merupakan suatu metode titrasi dengan menggunakan larutan basa setelah penambahan formaldehid untuk menghilangkan kebasaaan gugus amino. Titrasi ini biasanya digunakan untuk menentukan jumlah asam amino yang terkandung dalam suatu campuran (Sudarmadji, 2010).

Berikut merupakan reaksi yang terjadi ketika titrasi formol



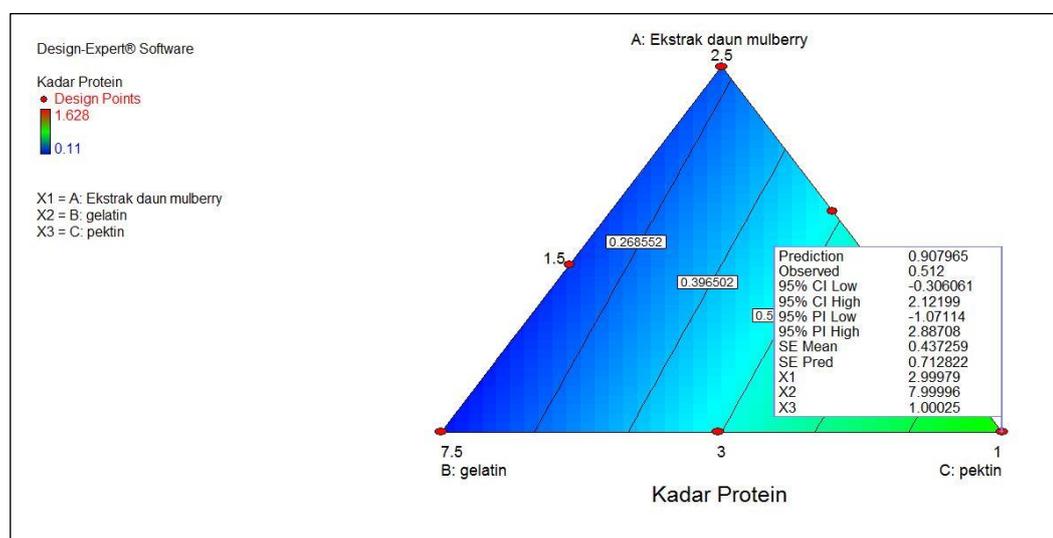
Gambar 10. Reaksi Titrasi Formol (Sudarmadji, 2010)

Penentuan salah satu gugus akan memberikan indikasi untuk mengetahui derajat hidrolisis suatu protein. Dalam titrasi ini, digunakan formaldehid yang bertujuan untuk membentuk dimethylol sehingga gugus aminonya yang sudah terikat tidak akan mempengaruhi reaksi antara gugus karboksil (asam) dengan basa (NaOH) sehingga titik akhir titrasi dapat diakhiri dengan tepat (Sudarmadji, 2010).

Data ANAVA analisis kadar protein dari ke -7 formulasi dapat dilihat pada Lampiran 13 menunjukkan bahwa ke-7 formulasi secara statistik **tidak berpengaruh** terhadap analisis kadar protein yang ditunjukkan dengan hasil *not significant* (tidak signifikan) dimana “Model F-nilai” 0.73 berarti model relatif tidak signifikan. *Model* adalah hal yang diinginkan untuk menunjukkan kecocokan antara respon dan perlakuan, hal ini ditunjukkan oleh nilai “Probabilitas > F”

kurang dari 0,0500 menunjukkan istilah model yang signifikan. Nilai lebih besar dari 0,1000 menunjukkan model yang tidak signifikan, jadi ke-7 formulasi tidak berbeda nyata, hal ini disebabkan karena protein didapat dari ekstrak daun *mulberry* tetapi konsentrasi ekstrak yang ditambahkan sangatlah kecil sehingga kadar protein yang didapatkan menjadi rendah, dengan adanya pemanasan pada pembuatan ekstrak juga menyebabkan rendahnya kadar protein. Kadar protein yang didapat dari ke – 7 formulasi tidak terlalu jauh, ini disebabkan rentang antara batas minimum dan maksimum ekstrak yang ditambahkan tidak terlalu jauh, sehingga hasil untuk ke-7 formulasi tidak banyak perbedaan. Hasil menunjukkan standar deviasi 0,56.

Grafik Formula Optimal Berdasarkan Analisis Kadar Protein dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 11. Grafik Formula Optimal Berdasarkan Analisis Kadar Protein

Grafik menunjukkan formulasi optimal berdasarkan respon analisis kadar protein yang diprediksi dan kadar protein yang diharapkan sangatlah tinggi. Prediksi yang dilakukan untuk analisis kadar protein dari ke-7 formulasinya yaitu 0.907. Formulasi tersebut yaitu Ekstrak daun *mulberry* 2.99% gelatin 7.99% dan

pektin 1.00% yang keseluruhan berjumlah 12% dan sisanya merupakan variabel tetap yaitu sirup jagung 29%, Sukrosa 14%, dan Air 45%.

4.4.2.2. Analisis Kadar Air

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 15 menunjukkan ke – 7 formulasi hasilnya sangat tinggi dengan rata – rata 44,14% sampai dengan 56,44%. Sedangkan menurut SNI pada kembang gula lunak jelly maksimal kadar air 20%.

Hasil ini menunjukkan rentang yang terlalu jauh antara produk yang dihasilkan dengan persyaratan yang telah ditetapkan. Bila *marshmallow* tersebut memiliki kadar air yang jauh dibandingkan dengan persyaratan maka produk tersebut tidak memenuhi syarat. Hal ini disebabkan karena penambahan air pada pembuatan *marshmallow* cukup tinggi yaitu 45% dari total keseluruhan bahan dan juga adanya penambahan ekstrak yang membuat kadar air produk bertambah.

Berikut merupakan hasil analisis kadar air yang telah dilakukan pada 7 formulasi *marshmallow* ekstrak daun *mulberry*.

Tabel 16. Hasil Analisis Kadar Air

Formulasi/ Respon	Ekstrak daun <i>mulberry</i>(%)	Gelatin (%)	Pektin (%)	Kadar Air (%)
1	3.00	7.75	1.25	56.44
2	3.00	8.00	1.00	52.21
3	2.70	8.00	1.30	50.16
4	2,88	7,93	1.19	49.37
5	3.00	7.50	1,50	48.93
6	2.77	7.73	1.50	47.52
7	2.50	8.00	1.50	44.15

Marshmallow termasuk salah satu produk makanan semi basah, produk ini umumnya mempunyai kadar air sekitar 20-40% (Minarni, 1996).

Semakin banyak air yang ditambahkan pada bahan maka akan semakin

banyak pula kadar air yang diperoleh, air yang teranalisa pada penetapan kadar air adalah air bebas yang ada dalam bahan. Dalam hal ini termasuk juga air yang terikat secara fisik yaitu air yang terikat pada pembentukan gel gelatin dan pektin. Kadar air yang didapat dari ke – 7 formulasi sangatlah tinggi tetapi perbandingannya tidak terlalu jauh, ini disebabkan rentang antara batas minimum dan maksimum ekstrak yang ditambahkan tidak terlalu jauh dan air yang ditambahkan pada bahan adalah sama yaitu 45%, sehingga hasil untuk ke-7 formulasi tidak banyak perbedaan. Karena ke – 7 formulasi memiliki variable tetap yang sama yaitu tinggi konsentrasi sirup glukosa dan rendah sukrosa maka kadar air akan semakin tinggi. Jika gula (sukrosa) ditambahkan kedalam bahan makanan dalam konsentasi tinggi (paling sedikit 40%) padatan terlarut, maka sebagian air yang ada menjadi tidak tersedia. Dengan adanya penambahan gelatin dan pektin sebagai bahan pengental dan juga akan mengikat air sehingga akan menurunkan total kadar air (Buckle, *et al*, 1987).

Komposisi sukrosa berpengaruh terhadap kadar air. Peningkatan kadar air permen selama penyimpanan disebabkan karena terjadinya absorpsi uap air lingkungan oleh permen karena pengaruh kemasan yang kurang baik. Semakin tinggi jumlah air yang ditambahkan maka semakin tinggi pula jumlah kadar air yang terkandung dalam *marshmallow* (Winarno, 1997).

Kadar air mempengaruhi penampakan tekstur dari *marshmallow* jika kadar air terlalu tinggi dapat meyebabkan *marshmallow* tidak dapat mengeras atau kekuatan gel nya lemah sehingga menjadikan tekstur menjadi lembek. Dengan kadar air yang tinggi akan menjadikan produk terlalu lembab sehingga mikroorganismenya dan bakteri akan mudah tumbuh, mengingat bahwa bakteri dan

jamur akan tumbuh pada substrat yang lembab, jika hal tersebut terjadi maka kenampakan dari permen pun akan buruk dan mengurangi tingkat penerimaan konsumen, karena permen yang dihasilkan mudah rusak dan memiliki tekstur yang lembek, lengket dan mudah berair (Winarno, 1997).

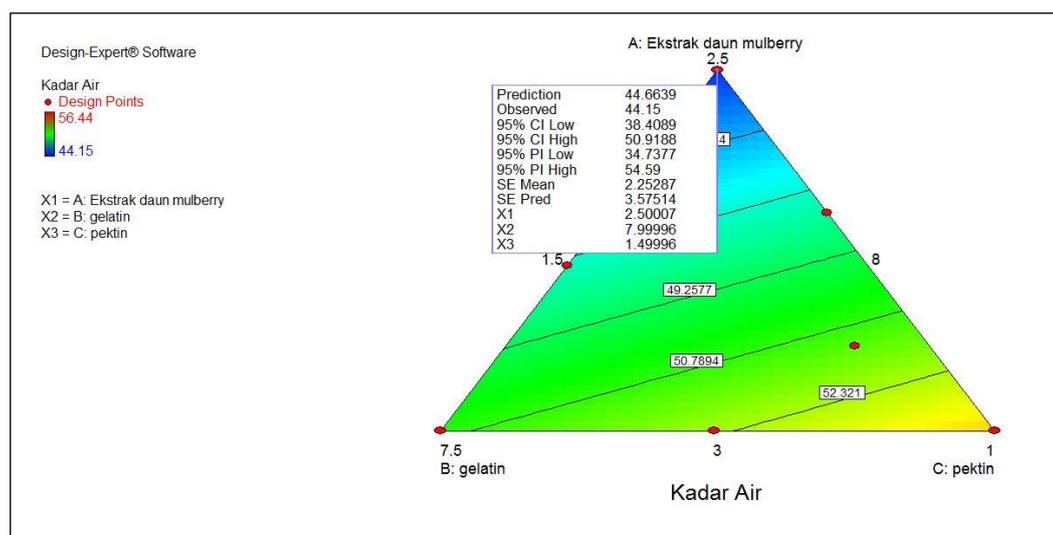
Kandungan air dalam bahan makanan ikut menentukan aseptibilitas, kesegaran dan daya tahan bahan itu. Air juga merupakan komponen penting dalam bahan makanan karena air dapat mempengaruhi kenampakan, tekstur dan cita rasa makanan (Winarno, 1997).

Pengukuran kadar air bertujuan untuk mengetahui kadar air produk yang dihasilkan dengan berbagai perlakuan sehingga dapat diperkirakan daya tahan produk. Kadar air bahan pangan sangat mempengaruhi mutu dari bahan pangan tersebut. Kadar air yang tinggi akan mengakibatkan mudahnya bakteri, jamur dan mikroba lainnya berkembang biak sehingga mengakibatkan perubahan kimia, perubahan warna dan lainnya pada produk pangan sehingga daya awetnya menurun.

Data hasil ANAVA analisis kadar air dapat dilihat pada Lampiran 14. Data tersebut menunjukkan bahwa ke-7 formulasi secara statistik **tidak berpengaruh** terhadap analisis kadar air yang ditunjukkan dengan hasil *not significant* (tidak signifikan) dimana “Model F-nilai” 3.73 berarti model relatif tidak signifikan. *Model* adalah hal yang diinginkan untuk menunjukkan kecocokan antara respon dan perlakuan, hal ini ditunjukkan oleh nilai “Probabilitas > F” kurang dari 0,0500 menunjukkan istilah model yang signifikan. Nilai lebih besar dari 0,1000 menunjukkan model yang tidak signifikan, jadi ke-7 formulasi tidak berbeda nyata, hal tersebut disebabkan karena penambahan air dari formulasi awal dengan

konsentrasi sebesar 45%, ditambah dengan adanya penambahan ekstrak daun *mulberry*, serta sirup jagung dengan perbandingan lebih besar dari sukrosa meningkatkan kandungan kadar air pada produk. Tingginya total kadar air yang didapat dari penambahan dengan konsentrasi tinggi yaitu 45%, sukrosa 14%, sirup glukosa 29% sehingga meningkatkan kadar air. Selain itu, sifat sukrosa yang mudah hidrokopis serta bersifat labil diudara terbuka dan dalam keadaan yang berhubungan dengan udara dapat menyerap air sebanyak 1% (Sudarmadji, 1982).

Grafik Formula Optimal Berdasarkan Analisis Kadar Air dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 12. Grafik Formula Optimal Berdasarkan Analisis Kadar Air

Berdasarkan hasil model grafik formulasi optimal atau terbaik dilihat dari analisis kimia menurut program *Design Expert 7.0* metode *mixture d-optimal* dengan batasan hasil uji kadar air 44,15 - 56,44% didapat formulasi optimal *marshmallow* ekstrak daun *mulberry* berdasarkan uji kadar air menurut program *Design Expert 7.0* metode *mixture d-optimal* adalah ekstrak daun *mulberry* 2.50%, gelatin 7.99%,

pektin 1,49%. Didapat dari hasil grafik diatas kadar air terbaik menurut DX adalah 44,66 % sedangkan kadar air terbaik hasil analisis adalah 44,15% juga memiliki standar deviasi sebesar 2,78.

4.4.2.3. pH

Berikut merupakan hasil analisis pH yang telah dilakukan pada 7 formulasi *marshmallow* ekstrak daun *mulberry*.

Tabel 17. Hasil Analisis pH

Formulasi/ respon	Ekstrak daun <i>mulberry</i> (%)	Gelatin (%)	Pektin (%)	pH (%)
1	3.00	7.75	1.25	5.1
2	3.00	8.00	1.00	4.6
3	2.70	8.00	1.30	4.5
4	2,88	7,93	1.19	4.5
5	3.00	7.50	1,50	4.5
6	2.77	7.73	1.50	4.4
7	2.50	8.00	1.50	4.3

Berdasarkan hasil analisis kadar pH yang diperoleh dari ke – 7 formulasi menunjukkan angka yang rendah, dimana produk memiliki rasa asam. Dari tabel diatas pH paling rendah terdapat pada formulasi 7 dimana formulasi tersebut merupakan formulasi dengan penambahan pektin paling tinggi, tetapi selain formulasi 7 ada formulasi 6 dan 5 dengan penambahan pektin yang sama. Kadar pH ketiganya berbeda beda hanya saja perbedaan tidak terlalu jauh. Jika dibandingkan dengan pH yang dimiliki *marshmallow* dipasaran dengan kadar pH 6.5, hal tersebut disebabkan karena komposisi yang digunakan nya. Penambahan pektin dapat mengakibatkan pH menjadi turun. Semakin tinggi penambahan pektin dan sukrosa maka pH semakin menurun hal tersebut disebabkan pada pembuatan *marshmallow* pektin akan terhidrolisis menjadi asam pektat dan asam pektinat

sehingga produk yang dihasilkan akan semakin asam.

Pektin akan terhidrolisis menghasilkan asam pektat dan asam pektinat (Winarno, 1997).

Kondisi optimum untuk pembentukan gel adalah yaitu konsentrasi gula sekitar 60-65%. Konsentrasi pektin sekitar 0.75-1.5% dan biasanya pektin terdapat secara alami dalam jaringan buah-buahan sebagai hasil dari degradasi protopektin selama pematangan, dan mungkin ditambahkan dalam bentuk padat atau cair untuk melengkapi buah-buahan yang kekurangan pektin. Konsentrasi asam pada pembentukan gel sekitar pH 3.2-3.4% (Buckle, *et al.*, 1987).

Selain pektin, bahan lainnya yang ditambahkan juga berpengaruh terhadap kondisi pH, setiap bahan mempunyai kadar pH yang berbeda beda tetapi konsisi pH rata – rata mendekati netral. Seperti halnya gelatin mempunyai pH 6.7, ekstrak mempunyai dengan pH 6.5, kedua bahan tersebut mempunyai kadar pH mendekati netral sehingga tidak terlalu berpengaruh terhadap penurunan pH.

Pektin bersifat asam dan koloidnya bermuatan negatif karena adanya gugus karboksil bebas. Larutan 1% pektin yang tidak ternetralkan akan memberikan pH 2,7-3,0. Larutan pektin stabil pada pH 2,0-4,0. Pada pH lebih dari 4,0 atau kurang dari 2,0, viskositas dan kekuatan gelnnya akan berkurang karena terjadi depolimerisasi rantai pektin. Pektin dapat mengalami saponifikasi dan degradasi melalui reaksi β -eliminasi pada kondisi basa (Nelson *et al.* 1977).

Degradasi dan dekomposisi pektin juga dapat disebabkan oleh adanya oksidator seperti asam periodat, klorin dioksida, bromin, permanganat, asam peroksida, dikromat, dan asam askorbat. Kecepatan degradasi bergantung pada

suhu, pH, dan konsentrasi oksidator. Larutan pektin lebih cepat mengalami degradasi dibanding tepung pektin (Rouse 1977).

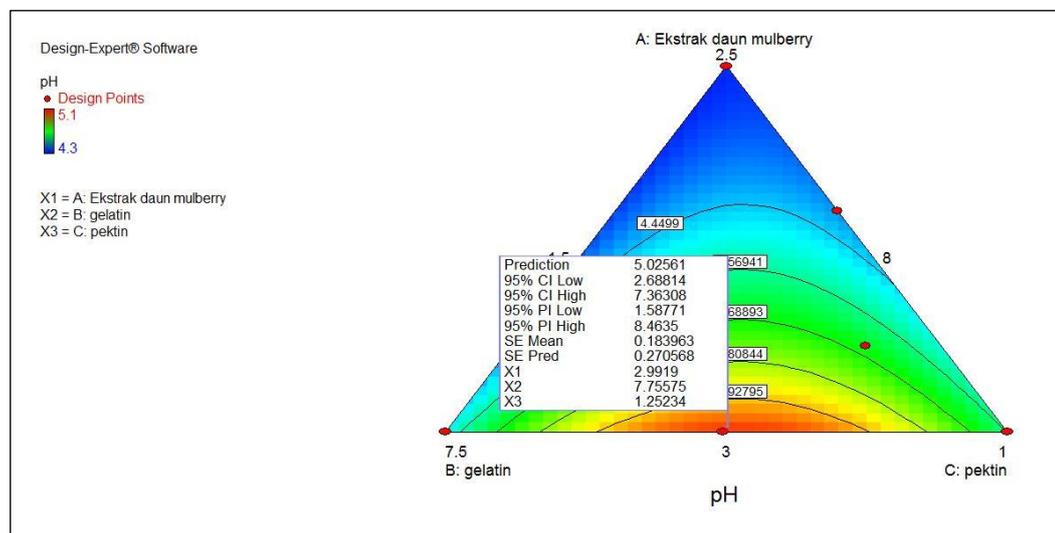
Kondisi pH pada pembuatan *marshmallow* harus dijaga karena jika pH pembuatan *marshmallow* terlalu rendah atau dalam kondisi asam kurang dari 5 maka akan terjadi sineresis pada produk, apabila pH adonan lebih dari 6 maka akan menyebabkan warna agak kekuning-kuningan. Oleh sebab itu perlu dilakukan pengujian kadar pH pada setiap adonan.

Data hasil ANAVA dapat dilihat pada Lampiran 15 data tersebut menunjukkan bahwa ke-7 formulasi secara statistik **tidak berpengaruh** terhadap analisis kadar pH yang ditunjukkan dengan hasil *not significant* (tidak signifikan) dimana “Model F-nilai” 1.82 berarti model relatif tidak signifikan. *Model* adalah hal yang diinginkan untuk menunjukkan kecocokan antara respon dan perlakuan, hal tersebut ditunjukkan oleh nilai “Probabilitas > F” kurang dari 0,0500 menunjukkan istilah model yang signifikan. Nilai lebih besar dari 0,1000 menunjukkan model yang tidak signifikan, jadi ke-7 formulasi tidak berbeda nyata, disebabkan karena penambahan pektin yang mempunyai sifat asam.

Sifat penting dari pektin adalah kemampuannya membentuk gel. Pektin metoksil tinggi membentuk gel dengan gula dan asam, yaitu dengan konsentrasi gula 58 - 75% dan pH 2,8 - 3,5. Pembentukan gel terjadi melalui ikatan hidrogen di antara gugus karboksil bebas dan di antara gugus hidroksil.

Pektin bermetoksil rendah tidak mampu membentuk gel dengan asam dan gula tetapi membentuk gel dengan adanya ion-ion kalsium. Mekanismenya adalah adanya hubungan yang terjadi antara molekul pektin yang berdekatan dengan

kation divalen membentuk struktur tiga dimensi melalui pembentukan garam dengan gugus karboksil pektin (Caplin 2004).



Gambar 13. Grafik Formula Optimal Berdasarkan Analisis pH

Berdasarkan hasil model grafik formulasi optimal atau terbaik dilihat dari analisis pH menurut program *Design Expert* metode *mixture d-optimal* dengan batasan hasil uji kadar pH 4.3 -5.1, formulasi optimal *marshmallow* ekstrak daun *mulberry* berdasarkan uji kadar pH menurut program *Design Expert* metode *mixture d-optimal* adalah ekstrak daun *mulberry* 2.99%, gelatin 7.75%, pektin 1,50%. Hasil grafik diatas menunjukkan kadar pH terbaik menurut DX adalah 5.02 sedangkan kadar pH terbaik hasil analisis adalah 5.1, dan juga memiliki standar deviasi sebesar 0.20

4.4.3. Hasil Analisis Uji Organoleptik

4.4.3.1. Atribut Warna

Uji organoleptik dengan atribut warna menggunakan metode uji mutu hedonik dilakukan untuk mengetahui mutu dari *marshmallow* ekstrak daun

black mulberry, *marshmallow* tersebut menggunakan ekstrak daun *black mulberry* yang memiliki warna hijau tetapi tidak berpengaruh terhadap produk akhir dari *marshmallow*.

Berikut merupakan hasil analisis uji mutu hedonik atribut warna yang telah dilakukan pada 7 formulasi *marshmallow* ekstrak daun *mulberry*.

Tabel 18. Hasil Analisis Uji Mutu Hedonik dengan Atribut Warna

Formulasi/ Respon	Ekstrak daun <i>mulberry</i> (%)	Gelatin (%)	Pektin (%)	Warna (%)
1	3.00	7.75	1.25	1.9
2	3.00	8.00	1.00	2.03
3	2.70	8.00	1.30	1.83
4	2,88	7,93	1.19	1.87
5	3.00	7.50	1,50	1.8
6	2.77	7.73	1.50	2.13
7	2.50	8.00	1.50	2.77

Berdasarkan hasil analisis uji mutu hedonik dengan atribut warna dari keseluruhan formulasi diperoleh perbedaan nilai dengan rata – rata nilai yang 1 - 2 yang artinya sangat putih – putih. Hal ini disebabkan pengaruh penambahan ekstrak daun *black mulberry* dengan konsentrasi yang sedikit dan warna yang dimiliki ekstrak daun *mulberry* tidaklah kuat karena diekstrak menggunakan air dan dilakukan proses *blanching*, dimana proses *blanching* dapat memudahkan warna klorofil.

Terjadi penurunan total klorofil dengan adanya perlakuan *blanching* pada suhu 70°C selama 10 menit diakibatkan adanya aktivitas enzim klorofilase akibat panas yang digunakan pada wilayah pada wilayah aktivitas enzim nya. Sehingga meningkatkan pula degradasi klorofil menjadi *pheophytin* (Putri dkk, 2013). Enzim klorofilase merupakan enzim yang mengkatalisa degradasi klorofil dengan

aktivitas antara suhu 6,2,2⁰C sampai 80⁰C (Fennema, 1996).

Pengaruh *blanching* tampak ada dua hal. Pertama, menginaktifkan enzim – enzim yang yang membantu degradasi klorofil sehingga klorofil lebih stabil selama penyimpanan. Kedua, blansir dalam waktu yang lama, meskipun menginaktifkan enzim, tetapi merangsang reaksi oksidasi yang mengakibatkan kehilangan klorofil. Waktu blansir yang optimum adalah 45 detik sampai 1 menit, dimana aktivitas enzim dan perangsang reaksi oksidasi dihambat (Prasetyo dkk, 2012).

Pemanasan akan memberikan pengaruh terhadap kerusakan klorofil dengan membentuk *pheophytin* (Henry, 1987). Penyebab lain turunnya total klorofil pada perlakuan *blanching* suhu 70-80⁰C adalah meningkatnya aktivitas enzim klorofilase akibat panas yang digunakan pada wilayah aktivitas enzimatisnya. Sehingga meningkat pula degradasi klorofil menjadi *pheophytin*.

Klorofil berada dalam larutan asam, molekul magnesiumnya tersubstitusi oleh hidrogen, dan waktunya berubah menjadi hijau kecoklatan atau coklat (Setijo, 2008).

Warna yang diperoleh dari pelarut aseton 80% berwarna hijau kebiruan, sedangkan untuk pelarut etanol 95% dan air terlihat warna hijau ekstrak yang dihasilkan cenderung hijau kekuningan (bahkan warna coklat ikut berperan dalam warna larutan ekstrak dengan pelarut air). Sehingga dapat disimpulkan bahwa aseton 80% lebih selektif dalam mengekstrak senyawa klorofil a, sedangkan etanol 95% dan air dapat mengekstrak senyawa klorofil b dan senyawa polar lainnya (Prasetyo dkk, 2012).

Secara tradisional, penggunaan daun suji sebagai pewarna dilakukan dengan

cara penumbukan daun dan diekstrak dengan air, lalu ditambahkan pada makanan atau minuman (Risanto dan Yuniasri, 1994 dalam Putri, dkk 2013). Cara tersebut mempunyai kelemahan ekstrak pewarna daun suji yang dihasilkan warna hijau yang kurang maksimal. Penyebab warna hijau pada daun oleh adanya pigmen klorofil. Hambatan terhadap hasil ekstrak pigmen hijau dari daun suji adalah dengan terjadinya berbagai kerusakan terhadap warna yang dihasilkan. Klorofil yang berwarna hijau dapat berubah menjadi hijau kecoklatan dan mungkin berubah menjadi coklat akibat adanya perlakuan – perlakuan selama pengolahan seperti perlakuan asam, panas tinggi dan *browning enzimatis* (Putri dkk, 2013).

Untuk mendapatkan warna hijau yang maksimal maka perlu digunakan larutan pengestrak yang cocok dengan sifat dari klorofil, dimana klorofil dapat larut. Proses lain seperti *blanching* juga perlu diterapkan dalam ekstraksi karena dengan adanya *blanching* akan menghambat kerja dari klorofilase (Putri dkk, 2013).

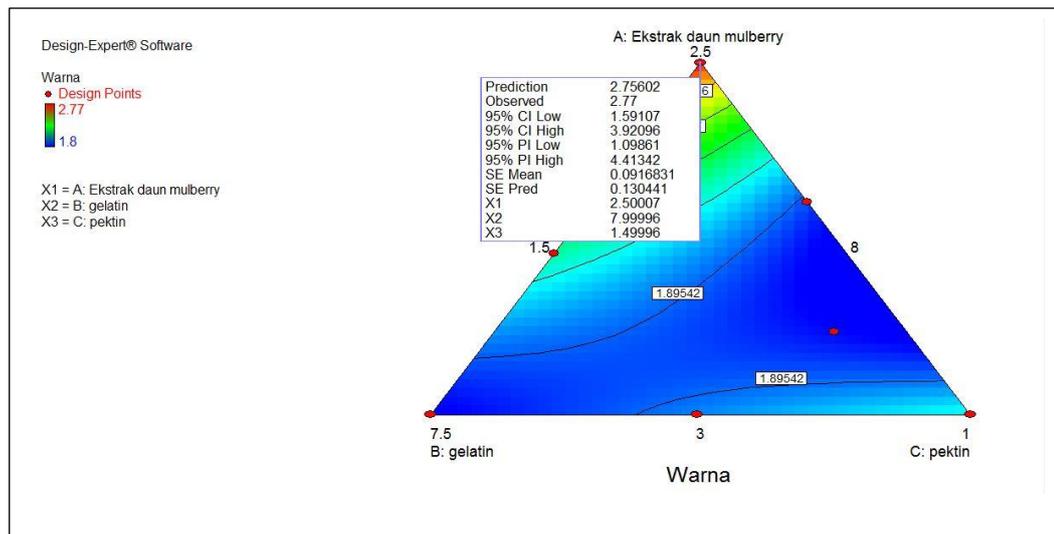
Adapun kesalahan dalam pengujian dapat disebabkan oleh pengaruh psikologik yang dapat mengganggu kepekaan seorang panelis yaitu yang dapat mempengaruhi konsentrasi atau yang membuat orang tidak dapat santai. Hal-hal ini meliputi keadaan tertekan, frustrasi, terlalu sedih, gembira yang melonjak-lonjak, terburu-buru, dan tekanan jiwa (stress) (Soekarto, 1985). Penilaian warna digunakan dalam pengujian organoleptik karena warna mempunyai peranan penting terhadap tingkat penerimaan produk secara visual (Syamsul, 2014).

Warna merupakan kesan pertama yang didapatkan oleh konsumen dari suatu produk pangan. Warna memiliki peranan penting dalam menentukan

penerimaan konsumen terhadap produk. Selain itu warna mempunyai arti dan peranan dalam produk pangan, yaitu sebagai tanda kerusakan dan sebagai petunjuk tingkat mutu dan pedoman proses pengolahan (Soekarto, 1985).

Data hasil ANAVA uji mutu hedonik atribut warna dapat dilihat pada Lampiran 16. Data tersebut menunjukkan bahwa ke-7 formulasi secara statistik **tidak berpengaruh** terhadap analisis organoleptik dengan atribut warna yang ditunjukkan dengan hasil *not significant* (tidak signifikan). “Model F-nilai” 15.85 berarti model relatif tidak signifikan. *Model* adalah hal yang diinginkan untuk menunjukkan kecocokan antara respon dan perlakuan, hal tersebut ditunjukkan oleh nilai “Probabilitas > F” kurang dari 0,0500 menunjukkan istilah model yang signifikan. Nilai lebih besar dari 0,1000 menunjukkan model yang tidak signifikan, jadi ke-7 formulasi tidak berbeda nyata, hal tersebut karena konsentrasi penambahan ekstrak daun *mulberry* tidak terlalu berbeda nyata satu dengan yang lainnya. Jadi penggunaan ekstrak daun *mulberry* untuk ke-7 formulasi tidak banyak perbedaan dan begitu pula dengan hasil organoleptik dari uji mutu hedonik yang menunjukkan bahwa nilai yang dihasilkan tidak jauh berbeda. Hasil menunjukkan standar deviasi 0.093. Warna akhir yang didapat yaitu warna putih tidak menunjukkan warna hijau dari ekstrak daun *mulberry*. Warna tersebut disebabkan dari proses penambahan ekstrak dan pembuatan ekstrak itu sendiri.

Grafik Formula Optimal Berdasarkan Analisis Uji Mutu Hedonik Atribut Warna dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 14. Grafik Formula Optimal Berdasarkan Analisis Uji Mutu Hedonik Atribut Warna

Berdasarkan hasil dari model grafik formulasi optimal atau terbaik dilihat dari hasil uji organoleptik dengan respon atribut mutu warna menurut program *design expert* metode *mixture d-optimal* dengan batasan uji organoleptik warna adalah 1.8-2.77, didapat formulasi optimal *marshmallow* ekstrak daun *mulberry* berdasarkan uji organoleptik (uji mutu hedonik) untuk atribut mutu warna menurut program *design expert* metode *mixture d-optimal* adalah ekstrak daun *mulberry* 2.500%, gelatin 7.99%, pektin 1,49% keseluruhan berjumlah 12% dan sisanya yang merupakan variabel tetap yaitu sirup jagung 29%, Sukrosa 14%, dan Air 45%.

4.2.3.2. Atribut Rasa

Uji organoleptik dengan atribut mutu dari rasa dilakukan untuk mengetahui mutu dari *marshmallow* ekstrak daun *black mulberry*, dengan mutu yang diinginkan rasa manis dari produk *marshmallow*. Penggunaan gula dari semua formulasi adalah sama karena gula dan sirup glukosa merupakan variabel tetap sehingga formulanya sama. Setelah selesai menganalisis mutu dari atribut rasa maka dapat

dilihat formulasi terbaik dengan menggunakan *design expert*.

Berikut merupakan hasil analisis uji mutu hedonik atribut rasa yang telah dilakukan pada 7 formulasi *marshmallow* ekstrak daun *mulberry*.

Tabel 19. Hasil Analisis Uji Mutu Hedonik dengan Atribut Rasa

Formulasi/ respon	Ekstrak daun <i>mulberry</i> (%)	Gelatin (%)	Pektin (%)	Rasa (%)
1	3.00	7.75	1.25	3.17
2	3.00	8.00	1.00	3.2
3	2.70	8.00	1.30	3.23
4	2,88	7,93	1.19	3.07
5	3.00	7.50	1,50	3.37
6	2.77	7.73	1.50	2.9
7	2.50	8.00	1.50	3.03

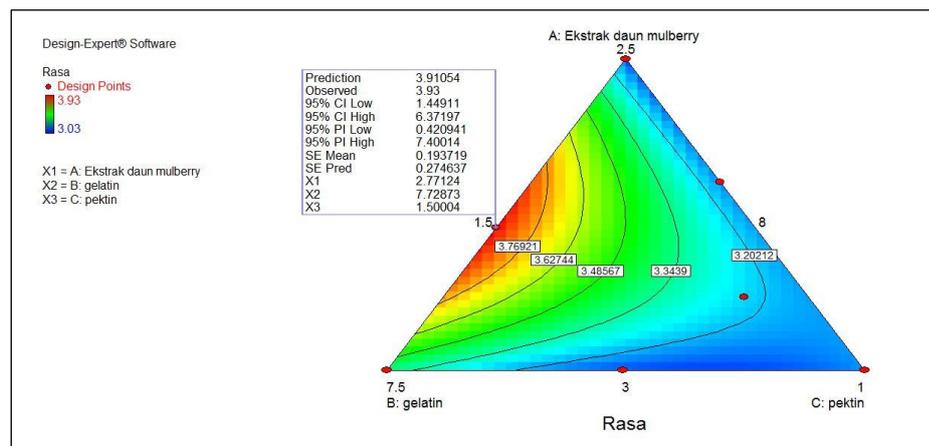
Rasa merupakan salah satu faktor yang menentukan keputusan konsumen untuk menerima atau menolak suatu produk pangan. Rasa dimulai melalui tanggapan rangsangan indera pencicip hingga akhirnya terjadi keseluruhan interaksi antara aroma, rasa dan tekstur sebagai keseluruhan rasa makanan. Pada uji mutu hedonik terhadap rasa dapat diketahui bahwa tingkat kemanisan terhadap masing – masing produk tidaklah berbeda. Rata – rata panelis memberikan nilai 3-4 yang artinya rasa dari *marshmallow* sedikit manis – manis.

Penambahan pektin pada produk juga mempengaruhi tingkat rasa dari *marshmallow* sehingga produk mempunyai rasa asam, karena pektin mempunyai pH yang rendah.

Data hasil ANAVA terhadap analisis uji mutu hedonik atribut mutu rasa dapat dilihat pada Lampiran 17 tersebut menunjukkan bahwa ke-7 formulasi secara statistik **tidak berpengaruh** terhadap analisis organoleptik dengan atribut mutu rasa yang ditunjukkan dengan hasil *not significant* (tidak signifikan) dimana

“Model F-nilai” 2.74 berarti model relatif tidak signifikan. *Model* adalah hal yang diinginkan untuk menunjukkan kecocokan antara respon dan perlakuan, hal ini ditunjukkan oleh nilai “Probabilitas > F” kurang dari 0,0500 menunjukkan istilah model yang signifikan. Nilai lebih besar dari 0,1000 menunjukkan model yang tidak signifikan, jadi ke-7 formulasi tidak berbeda nyata, jadi ke tujuh model hasilnya adalah tidak berbeda nyata (*not significant*) dan memiliki standar deviasi 0,19. Ke – 7 formulasi tidak berpengaruh karena batasan minimum dan maksimum penambahan ekstrak daun *black mulberry* tidak terlalu banyak dan penambahan gula dan sirup glukosa ditambahkan dengan konsentrasi sama sehingga hasilnya tidak berbeda nyata. Panelis merasakan langsung *marshmallow* yang memiliki rasa manis yang sama dan dengan penambahan ekstrak yang rendah membuat ekstrak daun *mulberry* tidak begitu terasa sehingga panelis benar – benar susah membedakan formulasi satu dengan yang lainnya.

Grafik Formula Optimal Berdasarkan Analisis Uji Mutu Hedonik Atribut Rasa dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 15. Grafik Formula Optimal Berdasarkan Analisis Uji Mutu Hedonik Atribut Rasa

Berdasarkan hasil dari model grafik formulasi optimal atau terbaik dilihat dari hasil uji organoleptik dengan respon atribut mutu rasa menurut program *design expert* metode *mixture d-optimal* dengan batasan uji organoleptik mutu rasa adalah 3,04 – 3,93 didapat formulasi optimal *marshmallow* ekstrak daun *mulberry* berdasarkan uji organoleptik (uji mutu hedonik) untuk atribut mutu warna menurut program *design expert* metode *mixture d-optimal* adalah ekstrak daun *mulberry* 2.77%, gelatin 7.72%, pektin 1,50% keseluruhan berjumlah 12% dan sisanya yang merupakan variabel tetap yaitu sirup jagung 29%, Sukrosa 14%, dan Air 45%. Warna optimal yang didapat dari hasil analisis adalah 3,39.

4.2.3.3. Atribut Aroma

Berikut merupakan hasil analisis uji mutu hedonik atribut aroma yang telah dilakukan pada 7 formulasi *marshmallow* ekstrak daun *mulberry*.

Tabel 20. Hasil Analisis Uji Mutu Hedonik dengan Atribut Aroma

Formulasi/ respon	Ekstrak daun <i>mulberry</i> (%)	Gelatin (%)	Pektin (%)	Aroma (%)
1	3.00	7.75	1.25	2.93
2	3.00	8.00	1.00	2.83
3	2.70	8.00	1.30	2.83
4	2,88	7,93	1.19	2.83
5	3.00	7.50	1,50	3.37
6	2.77	7.73	1.50	2.9
7	2.50	8.00	1.50	3.03

Uji organoleptik dengan atribut mutu dari aroma dilakukan untuk mengetahui mutu dari *marshmallow* ekstrak daun *black mulberry*, mutu yang diinginkan yaitu aroma dari daun *black mulberry* yang ditambahkan. Penggunaan ekstrak daun *black mulberry* di ke – 7 formulasi berbeda – beda tetapi perbedaan tersebut tidaklah jauh sehingga hasil yang didapatkan tidak jauh berbeda. Setelah selesai menganalisis

mutu dari atribut aroma maka dapat dilihat dari Tabel 19 untuk formulasi terbaik dengan menggunakan *design expert*.

Aroma yang didapat dari ketujuh formulasi berkisar antara 2 – 3 hal tersebut menunjukkan tidak berbau daun – sedikit berbau daun, penyebab terjadinya karena penambahan ekstrak daun *black mulberry* itu sendiri dengan konsentrasi yang rendah sehingga aroma daun hampir tidak kenali.

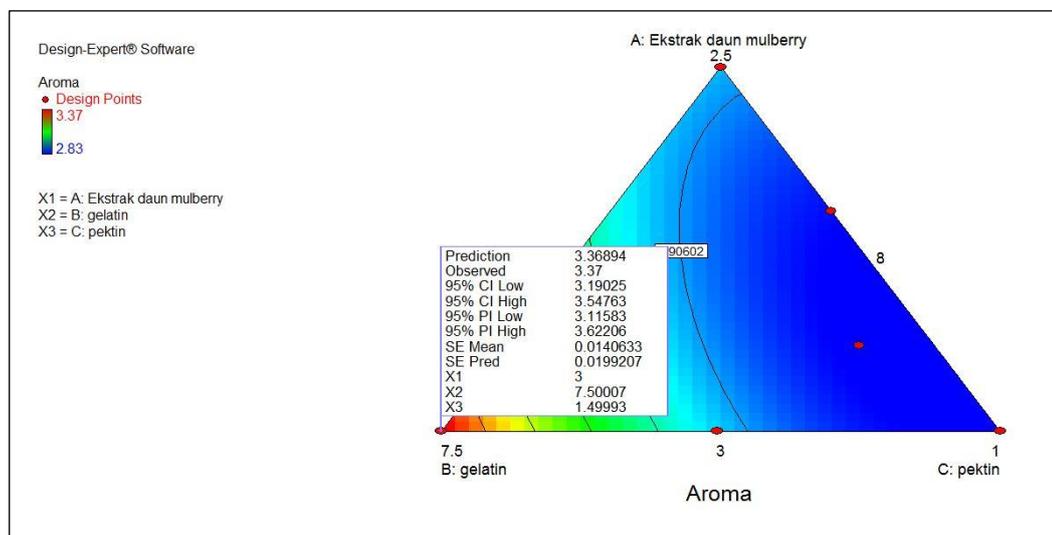
Aroma merupakan hasil rangsangan kimia dari saraf – saraf olfaktori yang berada dibagian akhir rongga hidung. Aroma merupakan bau yang tercium karena sifatnya yang volatil (Setser 1995).

Aroma dari sebuah bahan makanan merupakan suatu hal yang terpenting yang dapat menentukan kualitas dari bahan makanan tersebut, jika suatu bahan makanan memiliki aroma yang kurang begitu baik maka akan mengakibatkan kurang disukai oleh panelis. Aroma dari suatu bahan makanan atau minuman biasanya menentukan kelezatan dari makanan atau minuman tersebut, pada umumnya makanan atau minuman yang dapat diterima oleh hidung dan otak lebih merupakan berbagai ramuan atau campuran empat macam bau utama yaitu, harum, asam, tengik, dan hangus (Winarno, 2004).

Data hasil ANAVA uji mutu hedonik atribut mutu aroma dapat dilihat pada Lampiran 17. Data tersebut menunjukkan bahwa ke-7 formulasi secara statistik **tidak berpengaruh** terhadap analisis organoleptik dengan atribut mutu aroma yang ditunjukkan dengan hasil *not significant* (tidak signifikan) dimana “Model F-nilai” 226,24 berarti model sangat tidak signifikan. *Model* adalah hal yang diinginkan untuk menunjukkan kecocokan antara respon dan perlakuan, hal tersebut

ditunjukkan oleh nilai “Probabilitas > F” kurang dari 0,0500 menunjukkan istilah model yang signifikan. Nilai lebih besar dari 0,1000 menunjukkan model yang tidak signifikan, jadi ke-7 formulasi tidak berbeda nyata, jadi ke tujuh model hasilnya adalah tidak berbeda nyata (*not significant*) dan memiliki standar deviasi 0,014. Panelis merasakan langsung *marshmallow* yang memiliki aroma daun dengan penambahan ekstrak yang rendah membuat ekstrak daun *mulberry* tidak begitu tercium sehingga panelis benar – benar susah membedakan formulasi satu dengan yang lainnya. Hal ini dapat dijelaskan bahwa panelis tidak menyukai aroma dari ekstrak daun *black mulberry*.

Grafik Formula Optimal Berdasarkan Analisis Uji Mutu Hedonik Atribut Aroma dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 16. Grafik Formula Optimal Berdasarkan Analisis Uji Mutu Hedonik Atribut Aroma

Berdasarkan hasil dari model grafik formulasi optimal atau terbaik dilihat dari hasil uji organoleptik dengan respon atribut mutu hedonik aroma menurut program *design expert* metode *mixture d-optimal* dengan batasan uji organoleptik

aroma adalah 2,83 – 3,37, formulasi optimal *marshmallow* ekstrak daun *mulberry* berdasarkan uji organoleptik (uji mutu hedonik) untuk atribut mutu warna menurut program *design expert* metode *mixture d-optimal* adalah ekstrak daun *mulberry* 3.00 %, gelatin 7.50, pektin 1,49% keseluruhan berjumlah 12% dan sisanya yang merupakan variabel tetap yaitu sirup jagung 29%, Sukrosa 14%, dan Air 45%.

4.2.3.4. Atribut Tekstur

Uji organoleptik dengan atribut mutu dari tekstur dilakukan untuk mengetahui mutu dari *marshmallow* ekstrak daun *black mulberry*, dimana dengan mutu yang diinginkan adalah tekstur yang kenyal dan elastis.

Berikut merupakan hasil analisis uji mutu hedonik atribut tekstur yang telah dilakukan pada 7 formulasi *marshmallow* ekstrak daun *mulberry*.

Tabel 21. Hasil Analisis Uji Mutu Hedonik dengan Atribut Tekstur

Formulasi/ respon	Ekstrak daun <i>mulberry</i> (%)	Gelatin (%)	Pektin (%)	Tekstur (%)
1	3.00	7.75	1.25	4.27
2	3.00	8.00	1.00	4.23
3	2.70	8.00	1.30	4.1
4	2,88	7,93	1.19	4.13
5	3.00	7.50	1,50	4.2
6	2.77	7.73	1.50	3.93
7	2.50	8.00	1.50	4.16

Penggunaan pektin dan gelatin sangat berpengaruh terhadap tekstur akhir yang didapatkan. Rata rata hasil yang didapat 3.9% – 4.27% menunjukkan bahwa *marshmallow* ekstrak daun *black mulberry* mempunyai tekstur yang kenyal. semakin tinggi konsentrasi penambahan gelatin dan pektin maka akan semakin kenyal produk. Selain pektin dan gelatin pembentuk tekstur pada *marshmallow* ekstrak daun *black mulberry* juga dipengaruhi dengan penambahan sukrosa dan

sirup glukosa. Dimana semakin besar penambahan sirup glukosa akan menjadikan tekstur yang lembut dan elastis.

Tekstur merupakan penginderaan yang berhubungan dengan sentuhan. Menurut DeMan (1989) Penilaian tekstur bertujuan untuk mengetahui tingkat penerimaan panelis terhadap elastisitas atau kekerasan suatu produk pangan dengan menggunakan indera peraba. Pada umumnya, tekstur *marshmallow* dicirikan halus, merata, dan tidak terdapat gumpalan-gumpalan (Sartika, 2009).

Jika semakin banyak sirup glukosa yang ditambahkan maka akan menjadikan tekstur menjadi lembut dan tidak terlalu keras. Sirup glukosa berfungsi untuk mencegah pengkristalan sukrosa atau gula. Semua sirup glukosa berfungsi untuk mencegah kristalisasi sukrosa dan didalam *high boiled sweet* (Alkarim, 2009).

Tekstur *marshmallow* akan berubah tergantung pada formulasi, densitas yang diinginkan dan metode pembuatan termasuk peralatan yang digunakan. *Marshmallow* dapat disusun dari tipe *extruded* atau *deposited*, busa *meringues* yang lembut atau nougats. *Marshmallow grained* dan *non grained* berbeda dalam hal perbandingan gula atau sirup jagung. Tekstur dari *marshmallow grained* benar – benar pendek, kering dan keras. Kelompok produk ini dapat dipisahkan berdasarkan fungsi dan densitasnya. Semua tipe dari konveksi ini, gelatin digunakan untuk memberikan fase cair dengan stabilitas yang cukup pada produk. Hal ini memungkinkan untuk mengubahnya menjadi busa dengan memasukan gelembung udara (Sartika, 2009).

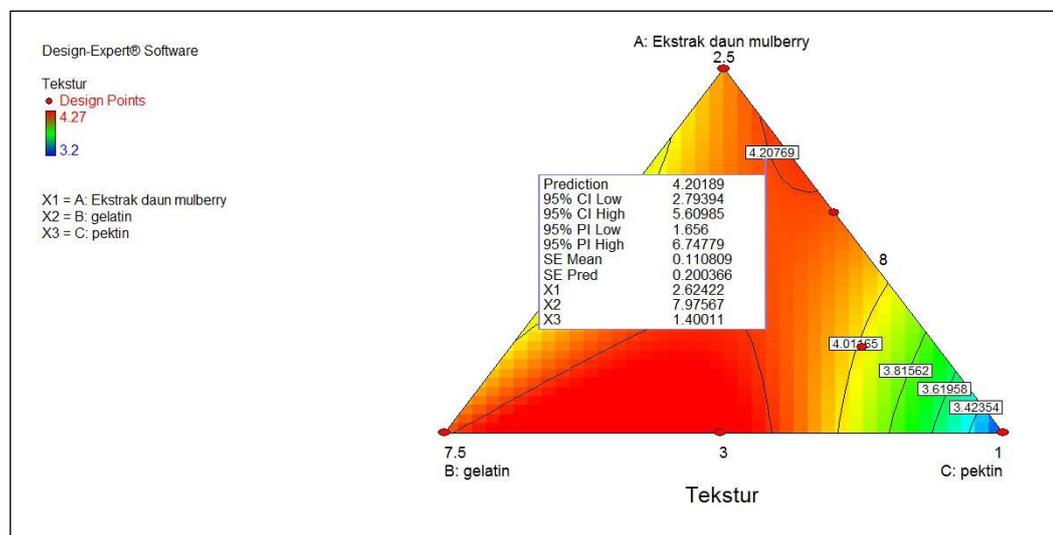
Tekstur yang diinginkan pada *marshmallow* ekstrak daun *black mulberry* ini *soft*, empuk, kenyal dan elastis. Semakin banyak penambahan sukrosa akan

menjadikan permen semakin keras sebaliknya jika semakin banyak sirup glukosa yang ditambahkan maka akan menjadikan tekstur menjadi lembut dan tidak terlalu keras. Sirup glukosa berfungsi untuk mencegah pengkristalan sukrosa atau gula. Semua sirup glukosa berfungsi untuk mencegah kristalisasi sukrosa dan didalam *high boiled sweet* (Alkarim, 2009).

Selain dengan penambahan sirup glukosa dan sukrosa yang mempengaruhi tekstur, penambahan gelatin dan pektin berperan penting dalam pembentukan tekstur *marshmallow* itu sendiri. Karena gelatin dan pektin berfungsi sebagai bahan pengental dan membuat adonan menjadi elastis. Gelatin memiliki fitokimia yang unik, yaitu dapat larut dalam air, transparan, tidak berbau, tidak memiliki rasa (Guillen et al., 2011). Serta memiliki sifat reversible dari bentuk sol ke gel, membengkak atau mengembang dalam air dingin, membentuk film, mempengaruhi viskositas suatu bahan dan dapat melindungi sistem koloid (Junianto et al., 2006). Data hasil ANAVA uji mutu hedonik atribut mutu tekstur dapat dilihat pada Lampiran 18. Data tersebut menunjukkan bahwa ke-7 formulasi secara statistik **tidak berpengaruh** terhadap analisis organoleptik dengan atribut mutu tekstur yang ditunjukkan dengan hasil *not significant* (tidak signifikan) dimana “Model F-nilai” 5.62 berarti model sangat tidak signifikan. Model adalah hal yang diinginkan untuk menunjukkan kecocokan antara respon dan perlakuan, hal ini ditunjukkan oleh nilai “Probabilitas > F” kurang dari 0,0500 menunjukkan istilah model yang signifikan. Nilai lebih besar dari 0,1000 menunjukkan model yang tidak signifikan, jadi ke-7 formulasi tidak berbeda nyata, jadi ke tujuh model hasilnya adalah tidak berbeda nyata (*not significant*) dan memiliki standar deviasi 0,017.

Grafik Formula Optimal Berdasarkan Analisis Uji Mutu Hedonik Atribut

Tekstur dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 17. Grafik Formula Optimal Berdasarkan Analisis Uji Mutu Hedonik Atribut Tekstur

Berdasarkan hasil dari model grafik formulasi optimal atau terbaik dilihat dari hasil uji organoleptik dengan respon atribut mutu tekstur menurut program *design expert* metode *mixture d-optimal* dengan batasan uji organoleptik tekstur adalah 3.2-4.7, didapat formulasi optimal *marshmallow* ekstrak daun *mulberry* berdasarkan uji organoleptik (uji mutu hedonik) untuk atribut mutu tekstur menurut program *design expert* metode *mixture d-optimal* adalah ekstrak daun *mulberry* 2.62%, gelatin 7.97%, pektin 1,40% keseluruhan berjumlah 12% dan sisanya yang merupakan variabel tetap yaitu sirup jagung 29%, Sukrosa 14%, dan Air 45%.

4.4. Formulasi Optimal Terpilih

Formulasi terpilih merupakan solusi atau formulasi optimal yang diprediksikan oleh *design expert* metoda *d-optimal* berdasarkan hasil analisis terhadap respon fisika (kekerasan dan kekenyalan) respon kimia (kadar protein, dan

kadar air, kadar pH) dan respon organoleptik (warna, rasa, aroma, dan tekstur). Formulasi optimal ini didapat dari pilihan *optimization* kemudian *solution*. *Solution* ini bertujuan memberikan informasi tentang formulasi yang terpilih menurut program. Didapat satu formula optimal berdasarkan repon keseluruhan dan kemudian formulasi optimal ini akan dilakukan pengujian kembali untuk menyesuaikan kadar yang didapat dari *design expert* dengan hasil analisis. Pada formulasi ini juga akan dilakukan pengujian antioksidan untyuk mengetahui kadar antioksidan dari *marshmallow*. Formulasi yang terpilih yakni dengan konsentrasi ekstrak daun *black mulberry* 2,87%, gelatin 7,71%, pektin 1,42%. Formulasi tersebut telah diprediksikan oleh program dengan kadar kadar protein 0,285 %; kadar air 49,49%; pH 4,6; hardness 1471,3 g/force; springness 1,490; skor atribut warna 1,93 skala mutu hedonik putih; skor atribut rasa 3,6 skala mutu hedonik manis; skor atribut tekstur 4,17 skala mutu hedonik kenyal; dan skor atribut aroma 3,01 skala mutu hedonik sedikit berbau daun.

Solutions 1							
Component	Name	Level	Low Level	High Level	Std. Dev.	Coding	
A	Ekstrak daun mulberry	2.87	2.50	3.00	0.000	Actual	
B	gelatin	7.71	7.50	8.00	0.000	Actual	
C	pektin	1.42	1.00	1.50	0.000	Actual	
	Total =	12.00					
Response	Prediction	SE Mean	95% CI low	95% CI high	SE Pred	95% PI low	95% PI high
Kadar Protein	0.285281	0.27	-0.47	1.04	0.62	-1.45	2.02
Kadar Air	49.4994	1.33	45.79	53.20	3.08	40.95	58.05
hardness (keker	1471.3	30.71	1081.06	1861.53	52.60	802.94	2139.65
Springiness (kei	1.49051	0.056	1.33	1.65	0.13	1.13	1.85
pH	4.61539	0.14	2.80	6.43	0.24	1.51	7.72
Aroma	3.01431	0.010	2.89	3.14	0.017	2.79	3.24
Warna	1.93154	0.067	1.08	2.78	0.11	0.48	3.38
Tekstur	4.1716	0.12	2.65	5.70	0.21	1.56	6.78
Rasa	3.63815	0.14	1.86	5.42	0.24	0.59	6.69

Gambar 18. Poin Prediction Formulasi Optimal

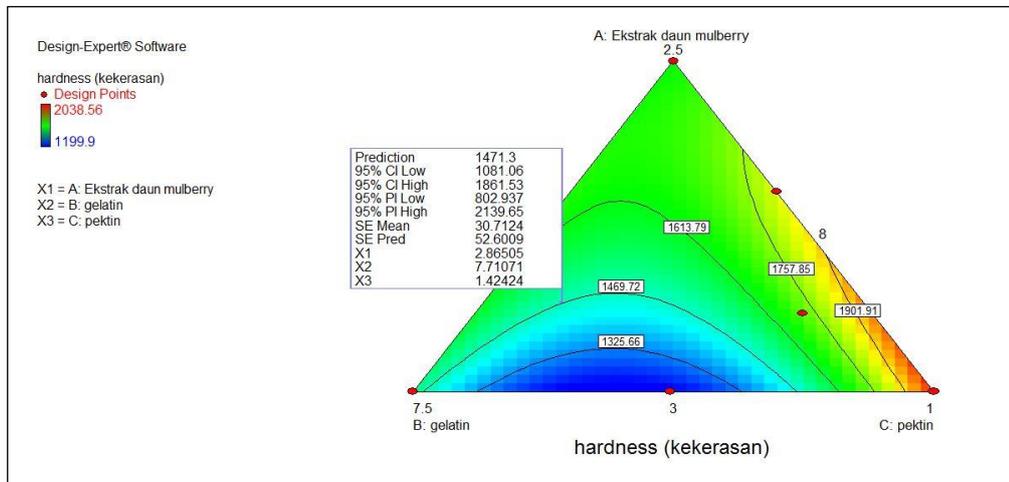
Hasil prediksi formulasi formulasi optimal *marshmallow* ekstrak daun *mulberry* dengan respon kadar air yang kurang sesuai dengan SNI untuk kembang gula lunak yakni maksimal 20%. Hasil prediksi program terhadap kadar air 49,49%. Uji tekstur kekerasan menurut hasil prediksi 1471,3 g/force², artinya permen yang dihasilkan memiliki tekstur yang tidak terlalu keras hal ini dikarenakan gelatin yang digunakan yaitu 7.7 bukan merupakan penggunaan gelatin maksimal pada variabel berubah.

Limit	Weight	Weight	Importance
3	1	1	3
8	1	1	3
1.5	1	1	3
1.628	1	1	3
56.44	1	1	3
2038.56	1	1	3
1.77	1	1	3
5.1	1	1	3
3.37	1	1	3
2.77	1	1	3
4.27	1	1	3
3.93	1	1	3

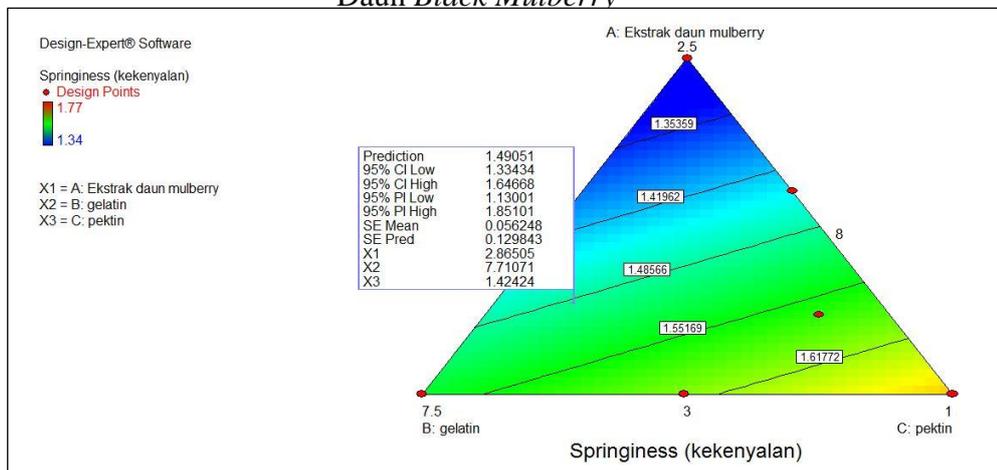
pektin	Kadar Protein	Kadar Air	hardness (kekerasan)	Springiness (kekenyatan)	pH	Aroma	Warna	Tekstur	Rasa	Desirability
1.42	0.285281	49.4984	1471.3	1.49051	4.61539	3.01431	1.93154	4.1716	3.63815	1.000

Gambar 19. Formulasi Optimal *Marshmallow* Ekstrak Daun *Black Mulberry*

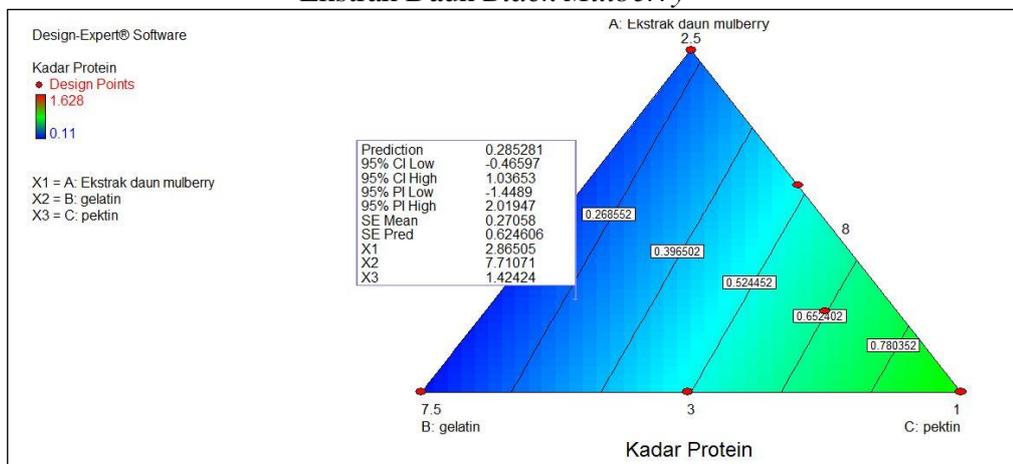
Ketepatan formulasi dan nilai masing-masing respon tersebut dapat dilihat pada *desirability*. *Desirability* adalah derajat ketepatan hasil solusi atau formulasi optimal. Semakin mendekati nilai satu maka semakin tinggi nilai ketepatan formulasi, sehingga dapat disimpulkan berdasarkan nilai *desirability* yang telah mendekati 1,00 maka nilai respon memiliki ketepatan yang cukup tinggi.



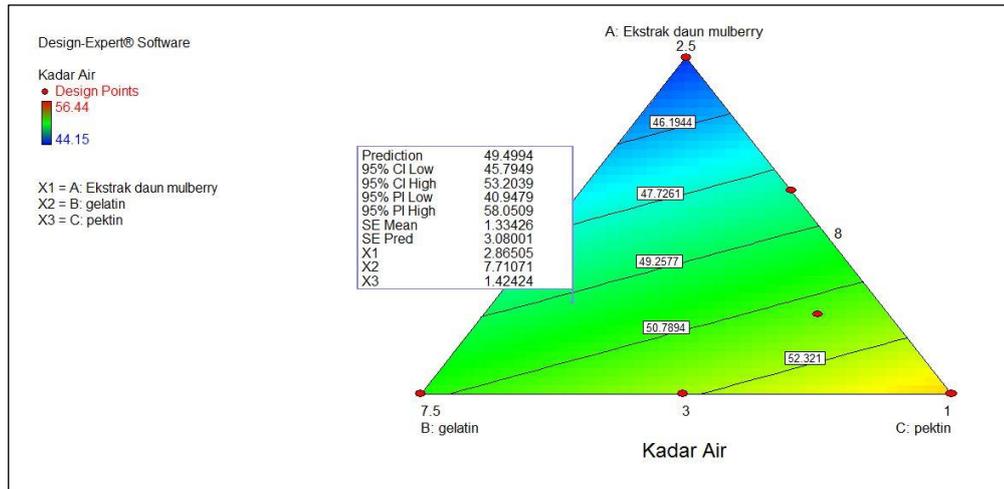
Gambar 20. Grafik Analisis Kekerasan Formulasi Optimal *Marshmallow* Ekstrak Daun *Black Mulberry*



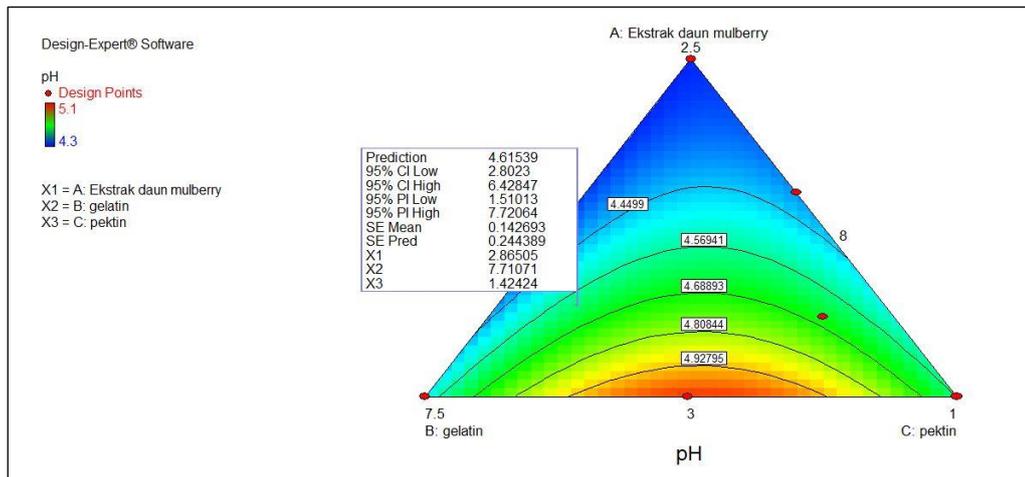
Gambar 21. Grafik Analisis Kekenyalan Formulasi Optimal *Marshmallow* Ekstrak Daun *Black Mulberry*



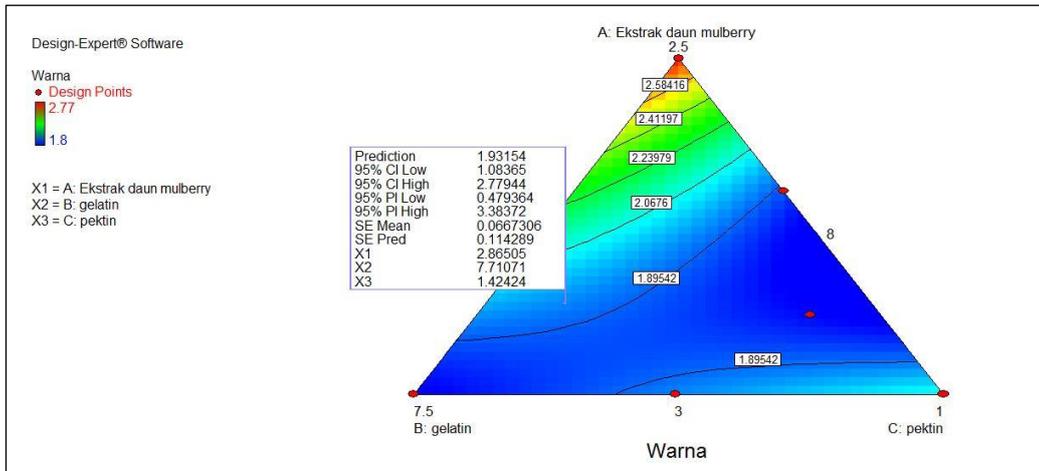
Gambar 22. Grafik Analisis Kadar Protein Formulasi Optimal *Marshmallow* Ekstrak Daun *Black Mulberry*



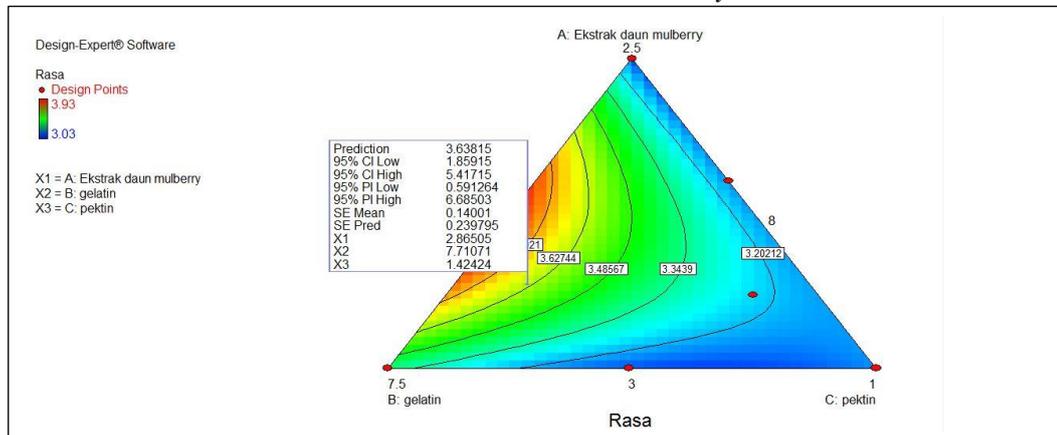
Gambar 23. Grafik Kadar Air Formulasi Optimal *Marshmallow* Ekstrak Daun *Black Mulberry*



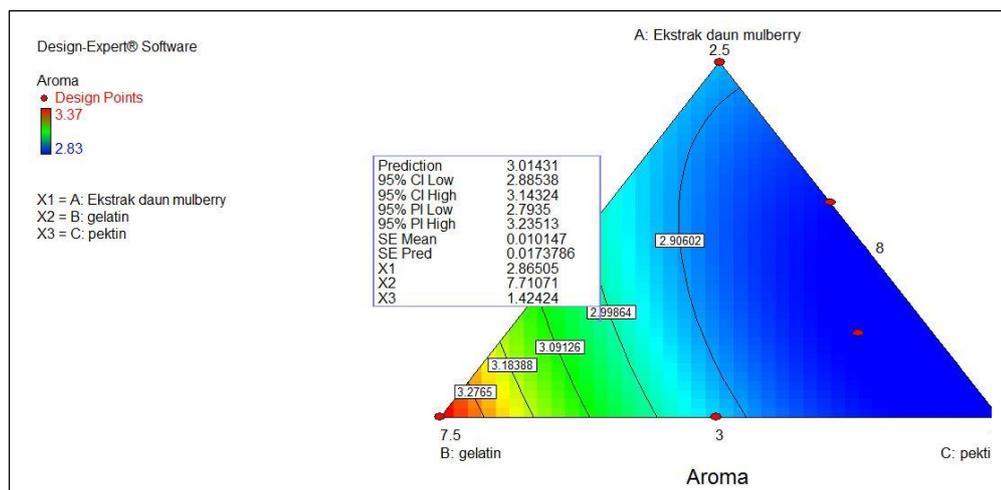
Gambar 24. Grafik Analisa pH Formulasi Optimal *Marshmallow* Ekstrak Daun *Black Mulberry*



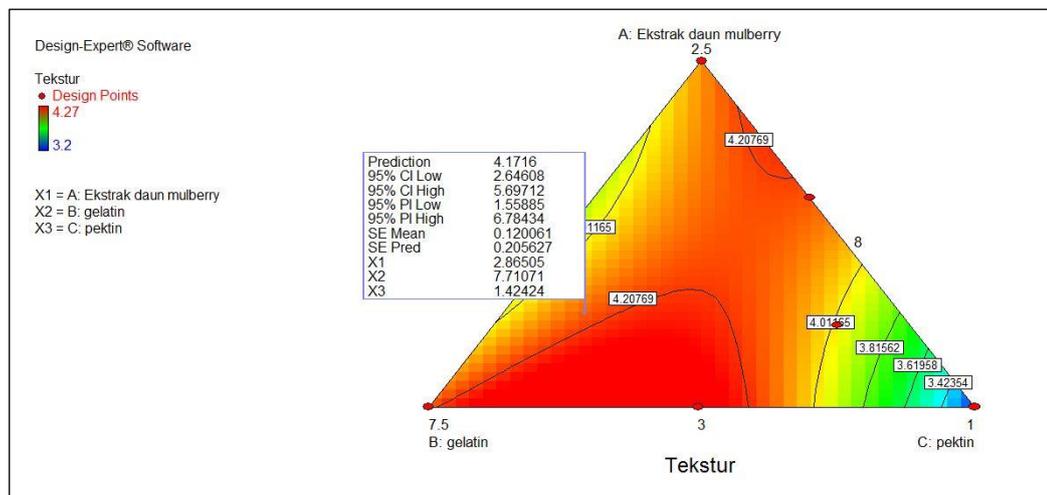
Gambar 25. Grafik Atribut Mutu Warna Formulasi Optimal *Marshmallow* Ekstrak Daun *Black Mulberry*



Gambar 26. Grafik Atribut Rasa Formulasi Optimal *Marshmallow* Ekstrak Daun *Black Mulberry*



Gambar 27. Grafik Atribut Aroma Formulasi Optimal *Marshmallow* Ekstrak Daun *Black Mulberry*



Gambar 28. Grafik Atribut Tekstur Formulasi Optimal *Marshmallow* Ekstrak Daun *Balck Mulberry*

Tabel 22. Perbandingan hasil analisis program *design expert* metoda *d-optimal* dengan analisis laboratorium terhadap *marshmallow* formulasi terpilih.

Senyawa	Design Expert (%)	Laboratorium (%)
Protein	0,28	0,135
Air	49,49	39,605
pH	4,6	5,4
Kekerasan	1471,3	1479,718
Kekenyalan	1.490	1,484
Warna	1,93	2,33
Rasa	3,6	3,66
Aroma	3,01	3,23
Tekstur	4,17	4,37

Perbandingan hasil program dan analisis laboratorium ini bermaksud untuk mengukur derajat ketepatan program selain dari pada keterangan yang diberikan dalam bentuk desirability berjumlah 1 yang artinya baik. Berdasarkan data yang dihasilkan bahwa selisih dari kedua hasil ini tidak terlalu jauh sehingga dapat dikatakan program memiliki ketepatan yang baik dalam menentukan formulasi produk yang dapat dilihat dari perbandingan hasil analisis yang masih berdekatan dengan hasil data program.

4.4.1. Aktivitas Antioksidan *Marshmallow* Formulasi Terpilih

Analisis Aktivitas Antioksidan dilakukan untuk mengetahui aktivitas yang terdapat pada *marshmallow* ekstrak daun *black mulberry*.

Berikut merupakan hasil pengujian aktivitas antioksidan terhadap produk *marshmallow* ekstrak daun *black mulberry*

Tabel 23. Hasil Aktivitas Antioksidan *Marshmallow* ekstrak daun *black mulberry*

Sampel	Pengulangan Pembacaan	Nilai IC50(ppm)	Rata – Rata Nilai (ppm)
<i>Marshmallow</i> ekstrak daun <i>Mulberry</i>	1	23636,9	12792,7
	2	1948,46	

Berdasarkan hasil analisis aktivitas antioksidan diketahui bahwa *marshmallow* ekstrak daun *black mulberry* mempunyai kadar antioksidan sebesar 12792,7 ppm. Dari hasil yang didapat menunjukkan aktivitas antioksidan pada *marshmallow* ekstrak daun *back mulberry* sangat rendah, hal ini dapat dipengaruhi oleh penambahan ekstrak daun *black mulberry* dengan konsentrasi sebesar 2,5-3%, aktivitas antioksidan yang terkandung dalam ekstrak pun sangat rendah yaitu sebesar 5195,27 ppm karena ekstrak telah teroksidasi dengan panas pada saat dilakukan proses *blanching* sehingga kandungan antioksidan nya menuurun.

Menurut Pujimulyani dan Wazyka (2009) perlakuan perebusan (*blanching*) dan perendaman dalam larutan gula dapat menyebabkan aktivitas antioksidan sampel semakin menurun. Hal ini karena semakin lama waktu peremdaman maka semakin banyak larutan gula yang masuk dalam sampel, sehingga menyebabkan proporsi antioksidan dan komponen aktif yang lain menurun. Aktivitas antioksidan yang rendah juga pada *marshmallow* juga disebabkan oleh pemanasan pada proses

pemasakan dalam pembuatan *marshmallow*.

Menurut Salunkhe dan Kadam (1990) perlakuan pemanasan dapat mempercepat oksidasi terhadap antioksidan yang terkandung dalam sistem bahan alam dan mengakibatkan penurunan aktivitas antioksidan dengan tingkat yang berbeda dan sangat dipengaruhi oleh jenis komponen yang berperan dalam proses antioksidasi dan kandungan dalam proses tersebut.

Antioksidan merupakan senyawa yang mampu menangkal atau merendam dampak negatif oksidan dalam tubuh. Antioksidan bekerja dengan cara mendonorkan satu elektronnya kepada senyawa yang bersifat oksidan sehingga aktivitas antioksidan tersebut bisa dihambat (Winarsi, 2007).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menguraikan mengenai kesimpulan, dan Saran.

5.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian mengenai optimalisasi formulasi *marshmallow* ekstrak daun *black mulberry* dengan menggunakan *design expert* metoda *d-optimal*, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan ekstrak daun *black mulberry*, tidak berpengaruh terhadap karakteristik warna, rasa, aroma, dan tekstur, sedangkan penambahan gelatin dan pektin berpengaruh terhadap karakteristik warna, rasa, aroma dan tekstur.
2. Formulasi optimal *marshmallow* ekstrak daun *black mulberry* berdasarkan kandungan terbaik dengan *design expert* metode *d-optimal* adalah ekstrak daun *black mulberry* 2,87%, gelatin 7,71%, pektin 1,42%.
3. Prediksi analisis formulasi optimal dari *design expert* yaitu analisis protein 0,28%, analisis kadar air 49,49%, kekerasan 1471,3 g/force², kekenyalan 4,61, pH 4,6, Aroma 3,01 (sedikit berbau daun), Warna 1,93 (putih), Tekstur 4,17 (kenyal), rasa 3,63 (manis).

5.2. Saran

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai kemasan yang cocok digunakan untuk mengemas *marshmallow* ekstrak daun *black mulberry*.
2. Sebaiknya perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pendugaan umur simpan pada produk *marshmallow* ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adzkiya, MAZ. (2011). **Kajian Potensi Antioksidan Beras Merah dan Pemanfaatannya Pada Minuman Beras Kencur [Thesis]**. Bogor; Pasca Sarjana, IPB
- Akbar. M. Andhika. (2012). **Optimasi Ekstraksi Spent Bleaching Earth Dalam Recovery Minyak Sawit**. Skripsi Jurusan Teknik Kimia. Fakultas Teknik. UI. Depok.
- Alkarim, Makfud. (2009). **Formulasi Hardcandy Lozenges Ekstrak Daun Lengundi (Vitex Tropolia, L)**. Fakultas Farmasi, Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Anwar, F dan A. Sulaeman. (1992). **Penetapan Zat Gizi Dalam Makanan**. PAU. Pangan dan Gizi IPB
- Aninditha. (2012). **Design Of Experiments Sebagai Salah Satu Pendekatan Peningkatan Kualitas Produk Di Industri Manufaktur**. <http://anindithakemala.wordpress.com/2012/03/27/design-of-experiments-sebagai-salah-satu-pendekatan-peningkatan-kualitas-produk-di-industri-manufaktur/>
Diakses: 14 April 2016
- Arry. (2010). **Faktor Ekstraksi**. <http://Arry.co.id/2010/faktor-ekstraksi>.
Diakses: 26 Agustus, 2016
- Association of official Analytical Chemist (AOAC). (1995). **Official Methods Analysis (18 end)**. Association of official Analytical chemist Inc. Mayland. USA.
- Association of official Analytical Chemist (AOAC). (2005). **Official Methods Analysis (18 end)**. Association of official Analytical chemist Inc. Mayland. USA.
- Association of official Analytical Chemist (AOAC). (2012). **Official Methods Analysis (18 end)**. Association of official Analytical chemist Inc. Mayland. USA.
- Atmaka. W, Nurhartadi, W.E., Karim, M.M.,(2013). **Pengaruh Penggunaan Campuran Karaginan Dan Konjak Terhadap Karakteristik Permen Jelly Temulawak (Curcuma Xanthorrhiza Roxb.) The Effect Of Carrageenan And Konjac Mixture On Temulawak (Curcuma Xanthorrhiza Roxb.) Jelly Candy Characteristic**. Jurnal Hasil Pertanian Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret,

- Barbooti, M.M., S.R. Raouf and F.H.K. Al- Hamdani. (2008). **Optimization of production of food grade gelatin from bovine hide wastes**. Eng and Tech. 26(2): 240-253.
- Bas. D. Boyaci I.H. (2007). **Modeling and Optimization I : Usability of Response Surface Methodology**. J. Food Eng.
- Buckle, K.A., R.A. Edwards, G.H. Fleet and M. Wootton., (1987). **Ilmu Pangan**. Terjemah Hari Purnomo dan Adiono. UI-Press, Jakarta.
- Caplin M, (2004). **Pectin**. <http://www.Isbu.ac.uk/water/hypec.html>.
Diakses: 1 Agustus 2016
- Damayanthi, Evy. (2008). **Studi Kandungan Katekin dan Turunannya Sebagai Antioksidan Alami Serta Karakteristik Organoleptik Produk The Murbei dan The Camellia-Murbei**. IPB. Bogor.
- de Man, John. M. (1989). **Kimia makanan**. Penerjemah Kosasih Padmawinata ITB. Bandung
- de Man, John. M. (1997). **Kimia makanan**. Penerjemah Kosasih Padmawinata ITB. Bandung.
- Eko, S. (2013). **Definisi dan Faktor yang Mempengaruhi Proses Ekstraksi**. <http://Ekosunardiyanto.co.id/2013/03/definisi-dan-faktor-yang-mempengaruhi-proses-ekstraksi>.
Diakses : 26 Agustus 2016
- Elviani, Y., (2010). **Efek suhu dan jangka waktu pemanasan terhadap kadar protein yang terkandung dalam sarang burung walet putih**. Fakultas kedokteran. Universitas Maranatha. Bandung.
- Endardjo, S. (1994). **Efisiensi Teknologi Dalam Pengembangan Obat Tradisional/Fitofarma**. Prosidang Seminar Tanaman Obat Indonesia xv. Bogor : 110
- Euis, (1997). **Pengaruh konsentrasi gula dan jenis penstabil terhadap karakteristik permen jelly apel**. Tugas Akhir, Jurusan teknologi pangan. Fakultas Teknik. Universitas pasundan, bandung.
- Faridah A.K., S. Pada, Yusuf.A.Y.L., (2008). **Patiseri Jilid 3**. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional
- Fauzi, (2007). **Analisa Pangan dan Hasil Pertanian**. Handout. Jember. FTP. UNEJ
- Fennema, Owen R. (1996). **Food Chemistry**. 3rd Edition. Published by Marcell Dekker. New York.

- Gallisha, K.N. (2014). **Ekstraksi Daun Sirih Merah Piper Crocatum dengan metode microwave assisted extraction Mae**. Jurnal Bioproses komoditas tropis. Universitas Brawijaya Malang.
- Glicskman. (1983). *Food Hidrocoloids*. Florida: CRC Press Inc. Boca Ratton
- Guillen. M.C.G., B. Glimenez., M.,E.,L., Caballero and M.P. Montero. (2011). **Function and Bioactive Properties Of Collagen and Gelatin From Alternative Sources**. Food Hidrocoloids, 25:1813:1827
- Hariyati, M. N. (2006). **Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin dari Limbah Proses Pengolahan Jeruk Pontianak**. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Heath, M.B and Eineccclus, G. (1986). **Flavor Chemistry and Technology**. AVI. Publ.co. Inc., Westport, Connecticut.
- Hegenbart, S. (1995). **Beyond Cultural Tradition**. Available at <http://www.foodproductdesign.com/archive/1995/0895DE.html-20k>. Diaksaes : 28 Maret 2016.
- Herutami, R., (2002). **Aplikasi Gelatin Tipe A Dalam Pembuatan Permen Jelly Mangga (*Mangifera Indica L.*)**. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institusi Pertanian Bogor. Bagor.
- Horne, P.M., K.R, Pond, and L.,P. Batubara. (1994). **Sheep Under Rubber : Prospects and reseach Priorities** in Indonesia. In Mullen, B.F and H.H Shelton ed. *Integration of Ruminans into plantation system in southeast Asia* p. 58-64 .
- Janovsky, I., Ross, C. K. (1993). *Marshmallow -Tipe Convection*. Journal. Diakses : 30 April 2016
- Janwar, A.,A.(2014) **Pengaruh Penambahan Kopi terhadap Kualitas Susu Pasteurisasi**, Skripsi, Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin, Makasar, Diakses 30 Maret 2016.
- Junianto, K. Haetami dan I. Maulina. (2006). **Produksi Gelatin Dari Tulang Ikan dan Pemanfaatannya Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Cangkang Kapsul**. Hibah Penelitian Dirjen Dikti. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Padjajaran.
- Kartika, (2011). **Mekanisme Pembentukan Gel**. <http://carikartika.blogspot.com/> Diakses : 31 Maret 2016.
- Kim, T.J., Silvia, J.L. Kim, M.K dan Jung, Y.S. (2010). **Enhanced Antioxidant**. Handbook. Diakses : 15 Juli 2016

- Kwan, Y.I., Apostolidis E. Dan Shetty, K. (2007). **Traditional diet of americans for management of diabetes and hipertention**. Jurnal of medical food 10 : 266 – 273
- Lees R, Jackson EB. (1983). **Sugar Confectionery and Chocolate Manufacture**. Scotland: Thomson Ltho Ltd. <http://scribd.com> Publish on scribd 2013
Diakses : 24 Maret 2016.
- Lestiani, Lanny. (2008). **Vitamin Larut Air**. Universitas Indonesia. Jakarta
- Minarni, (1996). **Mempelajari Pembuatan dan Penyimpanan Permen Jelly Gelatin Dari Buah Mangga Kweni**. Fakultas Teknik Pertanian. IPB. Bogor.
- Muawanah,A.I.D., Sukandar, A.,S.D., Radiastuti, N. (2012).**Penggunaan Bunga Kecombrang (*Etilingera Elatior*) Dalam Proses Formulasi Permen Jelly**. Vol 2 no 4 (526-533). Program Studi Kimia, FST, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta
- Muchtadi. (1989). **Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan**. Institute Pertanian Bogor. Bogor
- Molyneux P, (2004). **The Use Of Stable Free Radical Diphenylpicrylhidrazyl (DPPH) For Estimating Antioksidan Activity**. Songklanakar J Sci Technol 26(2) : 211-219
- Nakai, S. And H.W Modler, (2000). **Food Protein, Processing Application**. Wiley VCH. New York.
- Nelson DB, Smith CJB, Wiles RI., (1997). Commercially Important Pectic Substances. Di dalam: Graham HD, Editor. **Food Colloids**. Connecticut: Westport. Hlm 419-500
- Nunuh, Agus. (2012). **Serikultur budidaya sutera**. Bandung. <http://scibd.com> publish by Agung.
- Nussinovitch, (1997). **Hydrocolloid Applications Gum Technology In The Food and Other Industries**. London; Blackie Academic and Profesional. Hlm 46-51
- Perwitasari, D.S. (2008). **Hidrolisis Tulang sapi menggunakan HCL untuk pembuatan gelatin**. Makalah seminar nasional soebardjo brotohardjo. ISSN 1978-0427.
- Pujimulyani, D., Raharjo S., Marsono Y. Santoso. U., (2010). **Pengaruh blanching terhadap aktivitas antioksidan kadar fenol, flavonoid dan tanin terkondensasi kunir putih (curcuma manggaval.I)**. jurnal Agrotech vol 30

- Pujimulyani, D Wazka, A., (2009). **Sifat Antioksidasi, Sifat Kimia dan Fisik Manisan Basah dari kunir putih (*curcuma mangga* Val)**. Jurnal Agri Teknologi (AGRITECH). Vol. 29 (3) 167-173
- Purnamasari, N. M.A.M. Andriani, Kawiji. **Pengaruh Jenis Pelarut dan Variasi Suhu Pengering Spray Dryer Terhadap Kadar Karotenoid Kapang Oncom Merah**. Jurnal Teknosains Pangan. Vol. 2 No. 1 FP. UNS Surakarta.
- Putri, Widya, D.R., elok Z., N. Sholahudin, 2013. **Ekstraksi pewarna alami daun suji, kajian pengaruh blanching dan jenis bahan pengestrak**. Jurnal teknologi pertanian vol 4(1): 13-24 Universitas Brawijaya
- Rachmawati. (2012). **Metode Design expert versi 7**. <http://matematika.aurino.com/wp-content/2008/10/simplex.pdf>(SIMPLEX)
Diakses : 13 April 2016.
- Rahmi. S.L. Tafzi. F., Anggraini. S. (2012). **Pengaruh penambahan gelatin terhadap pembuatan permen jelly dari bunga rosella**. Jurnal Penelitian Universitas Jambi.
- Rahayu, P., (2006). **Perbedaan Penggunaan Jenis Bahan Pengenyal Terhadap Kualitas Kembang Gula Jelly Mengkudu**. Skripsi Teknologi Jasa dan Produksi. Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Randhir, R., Young – in, K. Dan Kalindas, S., (2008). **Effect of thermal processing on phenolics, antioxidant activity and health relevant functionality of select grain sprout and seedlings innovative food science an emerging technology** g:355-364
- Riata, Rita. (2010). **Zat Warna Alami**. <http://ritariata.co.id/2010/03/zat-warna-alami.html>
Diakses 14 Agustus 2016
- Rini,R.S.(2010). **Sifat organoleptik Marshmallow dengan penggunaan pektin sebagai bahan pembentuk gel pengganti gelatin**. <http://karya-ilmiah.um.ac.id/index.php/TIBusana/article/view/5099/0>
- Respati, A.P., (2005), **Pengaruh Konsentrasi Sukrosa dan Konsentrasi Gelatin Terhadap Karakteristik Soft candy daun kumis kucing (*Orthosiphom aristatus*)**, Tugas akhir, Jurusan Teknologi Pangan. Fakultas Teknik Universitas Pasundan, Bandung.
- Rouse, A.H. (1977). **Pectins**. Distribution Significant Didalam N. Agi S, Show PE Veldhuis MK, editor. Citrus Science and Technology. Vol Ke -1 Connicticut. AVI hlm 111-199.

- Rohadi, (2001). **Skripsi Pengaruh Jenis Penstabil dan Konsentrasi Penstabil Terhadap Karakteristik Sirup Kental Lemon Tea**, Teknologi Pangan Unpas, Bandung.
- Ruth, (2005). **Marshmallow**. http://123rf/photo_5243484_marshmallow-background.html
- Salunkhe D.K dan Kadam S.S. (1990). Handbook of world of World Legumes: **Nutritional Chemistry, Processing technology, and Utilization**. Vol 61.1.C.R.C Press.
- Santoso, B., (2012). **Varieatas Murbei**. <http://balithutmakassar.org/murbei-varietas-ni/>
Diakses : 30 maret 2016.
- Saraqih. D.R., (2006). **Pengaruh Perbandingan Sukrosa dan Glukosa Dengan Konsentrasi Gelatin Terhadap Karakteristik Jelly Candy Santan Kelapa**. Tugas akhir, Jurusan Teknologi Pangan. Fakultas Teknik Universitas Pasundan, Bandung.
- Sartika, D. (2009). **Pengembangan produk marshmallow dari gelatin kulit ikan kakap merah**. Skripsi, Jurusan Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Setijo, Pitojo. (2008). **Khasiat Cincau Perdu**. Kanisius. Jogjakarta
- Purwanto, S. (2010). **Pektin**. Fakultas Farmasi. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta
- Simamora. S dan R.R.A. Maheswari (2005), **Aplikasi gelatin tipe A dan yogurt dalam pembuatan permen jelly**. Skripsi departemen ilmu produksi dan teknologi peternakan. Fakultas peternakan, Institute Pertanian Bogor, Bogor.
- Soekarto.(1985). **Penilaian Oraganoleptik Untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian**, Pusat Pengembangan Teknologi Pangan. IPB. Bogor.
- Soekarto.(1990). **Penilaian Oraganoleptik Untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian**, Pusat Pengembangan Teknologi Pangan. IPB. Bogor.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). (2010). **Gula Kristal – Bagian 3**, No. 3140.3:2010, Badan standarisasi Nasional, Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) **Kembang Gula Lunak Jelly**, No. 3547.2.2008, Badan standarisasi Nasional, Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) **Kembang Gula Lunak Jelly**, No. 01-3544-1994., Badan standarisasi Nasional, Jakarta.

- Sudarmadji, Slamet ; Haryono, Bambang dan Suhardi. (1984). **Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan Dan Pertanian**. Edisi Ke-3. Liberty, Yogyakarta.
- Sudarmadji, Slamet ; Haryono, Bambang dan Suhardi. (2010). **Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan Dan Pertanian**. Edisi Ke-3. Liberty, Yogyakarta.
- Susanto.N., (2015). **Optimalisasi Bahan Baku (*Gouda Cheese, Cheddar Cheese*) Dan Bahan Pengisi (*Isolat Soy Protein, Tepung Maizena Dan Terigu*) Pada Formulasi *Cheese Spreadable Analogue* Terhadap Sifat Organoleptik – Kimia Menggunakan Program *D-Expert* Metode *D-Optimal***. Sripsi. Teknologi Pangan . Fakultas Teknik. Universitas Pasundan. Bandung.
- Tavakolipour, H. (2011). **Extraction and Evaluation of Gelatin From Silver Carp Waste**. *World Journal of Fish and Marine Science* 3 (1) : 10 -15, 2011
- Tiaraswara, R.A, (2015). **Optimalisasi Formulasi Hard Candy Ekstrak daun Mulberry (*Morus sp*). Dengan menggunakan desain expert metode D-optimal**. Fakultas teknik. Teknologi Pangan Universitas Pasundan. Bandung
- Trilaksani, W., Mala, N., Dwi S., (2009). **Formulasi dan Karakteristik *Marshmallow* Dari Gelatin Kulit Kakap Merah (*Lutjanus Sp.*)**. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan, Institute Pertanian Bogor.
- Voight, R. (1994). **Buku Pelajaran Farmasi**. Penerjemah Soendani. NS. Gajah Mada University. Yogyakarta.
- Wahyuningsih, D., (2008). **Pengaruh Cara Dan Waktu *Blanching* terhadap Kadar Anthosianin dan Vitamin c Bunga Turi Merah (*Sasbania Grandiflora L. (Pers.)B.*** Skripsi Fakultas Agroindustri. Universitas Mercus Buana, Yogyakarta.
- Winarno, F.G., (1984). **Kimia Pangan dan Gizi**, PT. Penerbit Gramedia, Jakarta, Indonesia, 35-37.
- Winarno, F.G., (1997). **Kimia Pangan dan Gizi**, PT. Penerbit Gramedia, Jakarta, Indonesia.
- Winarno, F.G., (2002). **Kimia Pangan dan Gizi**, PT. Penerbit Gramedia, Jakarta, Indonesia.
- Winarno, F.G., (2004). **Kimia Pangan dan Gizi**, PT. Penerbit Gramedia, Jakarta, Indonesia.
- Winarsil, H. (2007). **Antioksidan Alami dan Radikal Bebas**. Yogyakarta; Konisius.
- Wolinsky, I dan Driskel,. J A. (2005). **Nutritional ergogenic aid** : CRC

Yasin. (2010). **Study Of making Traditional Drink From Bima “Mina Sarua”**
Instan. Skripsi. Universitas Hasanudin, Makasar

LAMPIRAN

Lampiran 1. Kegiatan Bimbingan Tugas Akhir

Pembimbing 1

No	Tanggal	Materi Yang Dibahas
4.	15 Februari 2016	➤ Penyerahan SK Tugas Akhir ➤ Diskusi topik tugas akhir (Mengenai Analisis Antioksidan dalam teh hitam)
5.	26 Februari 2016	➤ Diskusi Topik Tugas Akhir (penentuan topik mengenai pembuatan <i>marshmallow</i> dari ekstrak daun <i>mulberry</i>) ➤ Penentuan faktor
6.	02 Maret 2016	➤ Diskusi mengenai percobaan dan penentuan metode pembuatan ekstrak daun <i>mulberry</i>
4.	07 Maret 2016	➤ Diskusi pengaruh pembuatan <i>marshmallow</i> dan pemeriksaan sub bab 1.1
5.	14 Maret 2016	➤ Diskusi mengenai hasil trial dan pemeriksaan bab 1.
6.	21 Maret 2016	➤ Revisi bab 1
7.	5 April 2016	➤ Revisi bab 1-3
8.	27 April 2016	➤ ACC Seminar Usulan Penelitian
9.	05 Agustus 2016	➤ Lampiran hasil Analisis
10.	09 Agustus 2016	➤ Diskusi Hasil Analisis
11.	18 Agustus 2016	➤ Diskusi Hasil Analisis
12.	19 Agustus 2016	➤ Pemeriksaan Laporan Bab 4
13.	30 Agustus 2016	➤ Pemeriksaan laporan dan diskusi
14.	31 Agustus 2016	➤ Diskusi
15.	02 September 2016	➤ Pemeriksaan Laporan
16.	09 September 2016	➤ Pemeriksaan Laporan dan ACC

Pembimbing 2

No	Tanggal	Materi Yang Dibahas
1.	15 Februari 2016	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Penyerahan SK Tugas Akhir ➤ Diskusi topik tugas akhir (Mengenai Analisis Antioksidan dalam teh hitam)
2.	16 Februari 2016	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Diskusi Topik Tugas Akhir (penentuan topik mengenai analisis antioksidan dalam teh daun <i>mulberry</i>).
3.	26 Februari 2016	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Diskusi topik tugas akhir mengenai analisis zat aktif dalam teh daun <i>mulberry</i>) ➤ Menentukan topik tentang <i>marshmallow</i> dari ekstrak daun <i>mulberry</i>
4.	02 Maret 2016	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pemeriksaan pertama bab 1 & 3
5.	04 April 2016	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Diskusi mengenai perubahan bahan pengental yang digunakan.
6.	14 April 2016	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Diskusi mengenai Metode yang digunakan dan revisi
7.	20 April 2016	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Revisi Bab 1-3
8.	27 April 2016	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Revisi daftar Pustaka
9.	04 Mei 2016	<ul style="list-style-type: none"> ➤ ACC Seminar Usulan Penelitian
10.	22 Juli 2016	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pembahasan Hasil Analisis
11.	25 Juli 2016	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pembahasan Hasil Analisis
12.	09 Agustus 2016	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pemeriksaan laporan hasil dan pembahasan
13.	30 Agustus 2016	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pemeriksaan laporan keseluruhan
14.	02 September 2016	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pemeriksaan Laporan dan ACC

Lampiran 2. Metode Analisis

I. Analisis Kimia

1. Kadar Protein (Metode Formol)

Analisa kadar protein dilakukan dengan titrasi formol.

Prosedur analisa protein sebagai berikut : sebanyak 10 g sampel yang sudah dihaluskan ditimbang dan diencerkan dengan 20 ml aquadest. Selanjutnya menambahkan 0,4 ml larutan K-oksalat jenuh dan 3 tetes indikator pp 1%, dikocok serta didiamkan selama 2 menit. Kemudian titrasi sampel dengan larutan NaOH 0,1 N sampai warnanya berubah menjadi merah jambu (titrasi -1). Setelah warna tercapai tambahkan 2 ml larutan formaldehid 40% dan dikocok hingga warnanya jernih kembali, kemudian dititrasi kembali dengan NaOH 0,1 N sampai warnanya berubah menjadi merah jambu.

$$\% \text{ Nitrogen} = \frac{(Vs - Vb) N \text{ NaOH} \times 14,008 \times fp}{Ws \times 1000}$$

% kadar protein = % kadar Nitrogen x FK

Dimana :

A : Titrasi Formol (Titrasi kedua – titrasi pertama)

Fp : Faktor Pengenceran (30 ml)

b : berat sampel (10 g)

FK : Faktor konversi (6,25 untuk produk perikanan)

2. Kadar Antioksidan (Metode DPPH, AOAC, 2012)

Sebanyak 1 g dilarutkan dalam 5 ml methanol. Kemudian diekstrak dan dievaporasi. Kemudian sampel tersebut dituangkan pada labu takar 25 ml. Konsentrasi sampel dibagi menjadi 6, masing – masing sesuai pp yang digunakan. Kemudian masing – masing konsentrasi ditambahkan dengan 2,5 ml larutan DPPH.

Larutan DPPH dibuat dari 4 mg dimasukkan kedalam labu ukur 25 ml, diencerkan dalam 5 ml methanol kemudian tutup dengan aluminium foil.

Absorbansi DPPH diukur dengan spektrofotometri sinar tampak pada panjang gelombang 517 nm, pada waktu selang 5 menit mulai dari 0 menit sampai 30 menit. Kemampuan antioksidan diukur sebagai penurunan serapan larutan DPPH akibat adanya penambahan sampel.

Nilai serapan larutan DPPH sebelum dan sesudah penambahan ekstrak tersebut dihitung sebagai persen inhibisi dengan rumus sebagai berikut :

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{A_{kontrol} - A_{sampel}}{A_{kontrol}} \times 100\%$$

Dari harga persen aktivitas penangkal radikal bebas dibuat kurva antara penangkal radikal bebas terhadap konsentrasi larutan uji untuk menentukan nilai IC₅₀. Nilai IC₅₀ dihitung dengan menggunakan rumus persamaan regresi linear yaitu $y = ax \pm b$, dengan nilai y adalah persen peredaman radikal bebas/DPPH (absorbansi) dan x adalah log konsentrasi larutan uji.

3. Penentuan Kadar Air Metode Destilasi (Sudarmadji, 1967)

Penentuan Faktor Destilasi (FD), yaitu : Aquadest sebanyak 5 mL dimasukkan ke dalam labu didih dan ditambahkan batu didih. Toluene diisikan ke dalam labu bundar hingga 1/3 labu terpenuhi. Selanjutnya dalam tabung *stark-dean* masukkan toluen hingga mengalir. Pasang destilator, panaskan selama 1 jam, dinginkan kemudian baca volume air pada tabung *stark-dean*.

Labu didih dibilas dengan alkohol 70% kemudian dimasukan batu didih dan dikeringkan didalam oven dengan suhu 105°C selama 15 menit. Sebanyak 10,20gram sampel halus dan batu didih dimasukan ke dalam labu destilasi, tambahkan toluen melalui kondensat ke tabung berskala sampai 1/3 labu destilasi. Setelah itu destilasi selama 60 menit kemudian didinginkan, kondensor dibilas dengan toluen kemudian didestilasi lagi selama 5 menit dan didinginkan, setelah itu baca volume air nya.

$$FD = \frac{\text{Berat air yang didestilasi}}{V_{air}}$$

$$\% \text{ air} = \frac{V_{air}}{W \text{ sampel}} \times FD \times 100\%$$

Perhitungan :

$$\% \text{kadar air} = \frac{V}{W} \times FD \times 100$$

Keterangan :

W = Jumlah sampel yang diambil

V = Volume air yang terdestilasi (mL)

3. Analisis Pengukuran pH

Pengukuran nilai Ph larutan dengan metode potensiometri bersama dengan suatu pengganda elektronik dan suatu miliameter sebagai detektor titik berimbang, dengan menggunakan elektroda kaca dan elektroda pembanding.

Siapkan sample, timbangm dalam beaker glass, dengan perbandingan sample : aquadest yaitu 1: 1. Larutkan jika perlu. Siapkan alat Ph meter yang telah dikalibrasi, diukur Ph nya dengan Ph-meter dengan cara dicelupkan elektroda ke dalam larutan, maka Ph akan muncul secara otomatis. Catat hasil dan bersihkan kembali menggunakan aquadest.

II. Analisis Fisika

1. Rendemen (AOAC, 1995)

Rendemen diperoleh dari perbandingan ekstrak daun *mulberry* yang dihasilkan dengan berat bahan segar yang digunakan. Besarnya rendemen dapat diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Rendemen \%} = \frac{\text{Berat ekstrak daun}}{\text{Berat bahan segar}} \times 100\%$$

2. Menentukan Kekerasan (Faridah et al. 2006)

Prinsip pengukuran kekerasan adalah memberikan gaya kepada bahan dengan besaran tertentu sehingga kekerasan dapat diukur. Pengujian kekerasan menggunakan *Texture Analyzer* merk Steven LFRA. *Marshmallow* yang dihasilkan berbentuk persegi dan diletakkan di meja sampel. Kemudian diberi penekanan atau beban dari luar dilakukan satu kali. Setelah itu didapatkan hasil pengukuran dengan

membaca grafik yang dihasilkan. Nilai kekerasan dinyatakan dalam satuan gram/cm².

3. Menentukan Elastisitas (Faridah et al. 2006)

Prinsip pengukuran elastisitas adalah memberikan gaya kepada bahan dengan besaran tertentu sehingga elastisitas dapat diukur. Pengujian elastisitas menggunakan *Texture Analyzer. Marshmallow* yang dihasilkan berbentuk persegi dan diletakkan dimeja sampel. Penekanan dengan probe dilakukan dua kali. Pengukuran elastisitas yaitu tinggi puncak grafik penekanan kedua (H2) dibagi dengan grafik penekanan pertama (H1).

Cara kerja :

1. Persiapan sampel
2. Pengujian
 - a. Buka program *texture expert*
 - b. Pilih menu sesuai dengan sampel yang akan dianalisis
 - c. Pilih “TA” , lalu pilih run a test
 - d. Isi kolom yang muncul tentang keterangan contoh : misalknya nama sampel, tanggal, pengujian, dan lainnya
 - e. Letakkan sample pada tempat pengujian
 - f. Klik “OK”
 - g. Pengujian akan berlangsung dan akan muncul grafik hasil pengamatan pada display monitor

- h. Lakukan pengulangan pengujian sebanyak 5 kali untuk jenis permen chewy
- i. Setelah pengujian selesai pilih result dan akan tampak hasil pengujian
- j. Simpan data hasil pengujian, keluar dari program texture expert.

Lampiran 3. Cara penggunaan Metode DX

a. Masukkan bahan baku utama dan bahan pengental yang ditambahkan yang merupakan variabel berubah pada *Mixture Component* dengan penggunaan bahan baku *marshmallow* ekstrak daun *black mulberry* yaitu ekstrak daun *black mulberry* dan bahan pengental yaitu pektin dan gelatin. Jumlah total variabel berubah adalah 12% (persen) dari bahan keseluruhan yang dilihat dari variabel tetap. Tiga komponen berubah ini dilihat dari bahan tambahan yang mungkin memberikan sifat organoleptik, sifat fisika, sifat kimia yang ideal.

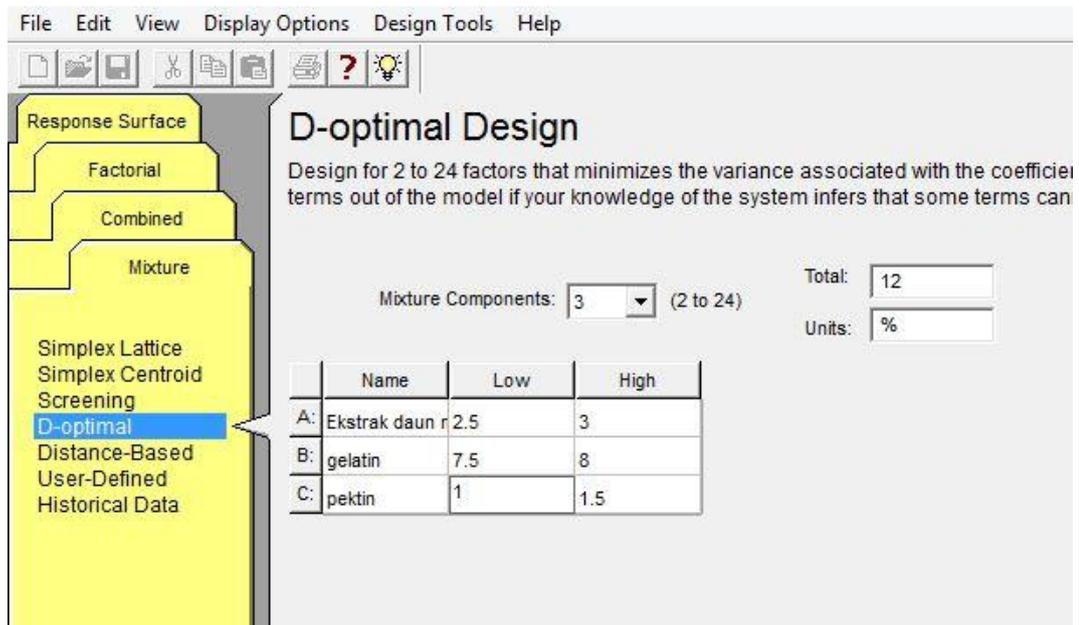
Tabel 24. Bahan Tambahan (Variabel Tetap) dalam Jumlah %

No	Nama Bahan	Jumlah (%)
1.	Air	45
2.	Sukrosa	14
3.	Sirup Jagung	29
Total		88
Variabel Berubah		12
Total Keseluruhan		100

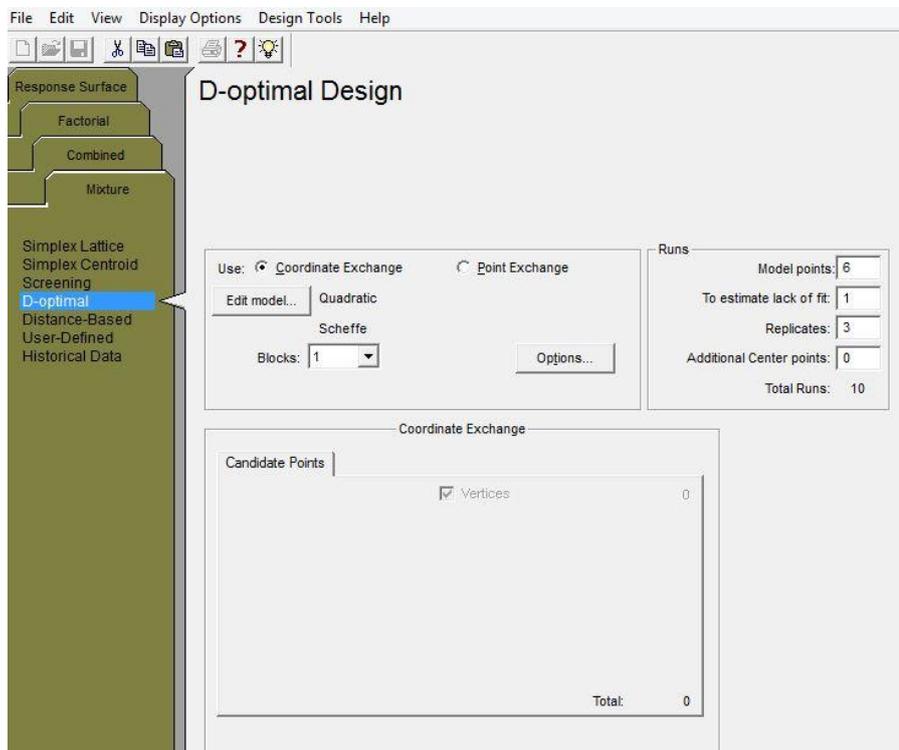
Tabel 25. Pembatasan Formulasi

Formulasi	Pembatas	
	Low	High
Ekstrak daun <i>mulberry</i>	2.5	3
Gelatin	7.5	8
Pektin	1	1.5

a. Masukkan batasan – batasan ekstrak daun *black mulberry* yang akan digunakan sebagai bahan baku dan bahan pengental (pektin dan gelatin) yang ditambahkan pada kolom *Low* dan *High*.

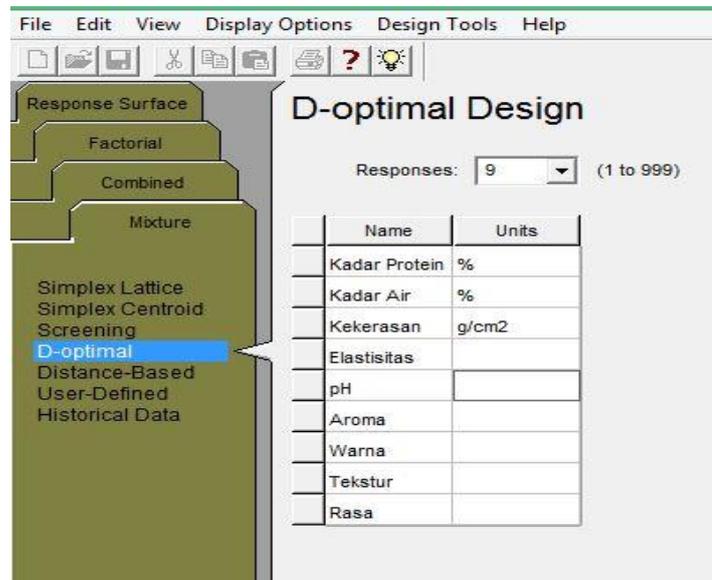


Gambar 29. batasan – batasan ekstrak daun black mulberry yang akan digunakan sebagai bahan baku dan bahan pengental (pektin dan gelatin).



Gambar 30. Laporan input data yang akan dipakai dalam program

- b. Masukan jumlah dan respon yang akan dianalisis dalam satuan unit yang diinginkan misalnya dalam bentuk % (persen).



Gambar 31. Satuan analisis kimia dan uji organoleptik yang akan diuji terhadap produk.

- c. Dari hasil input data yang diuraikan langkah diatas dihasilkan sebanyak 13 formulasi dengan tiga variabel berubah yaitu bahan pengenyal (Gelatin & pektin) dan bahan baku (ekstrak daun *black mulberry*).

Std	Run	Block	Component 1 A:Ekstrak daun %	Component 2 B:gelatin %	Component 3 C:pektin %	
	4	2	Block 1	2.882	7.933	1.185
	6	3	Block 1	2.771	7.729	1.500
	2	4	Block 1	3.000	8.000	1.000
	1	5	Block 1	3.000	7.747	1.253
	3	6	Block 1	2.698	8.000	1.302
	5	7	Block 1	3.000	7.500	1.500
	7	10	Block 1	2.500	8.000	1.500

Gambar 32. Formulasi bahan baku (ekstrak daun *black mulberry*) dan bahan pengenyal (gelatin dan pektin) pada pembuatan *marshmallow* ekstrak daun *black mulberry*.

- d. Masukkan hasil uji sudut diam untuk analisis kimia yaitu kadar protein, kadar antioksidan, kadar air, analisis fisik; total rendemen, viskositas, dan uji organoleptik yaitu tekstur, warna, rasa dan aroma

Std	Run	Block	Component 1 A. Ekstrak dau %	Component 2 B. gelatin %	Component 3 C. pektin %	Response 1 Kadar Protein %	Response 2 Kadar Air %	Response 3 Kekerasan g/cm2	Response 4 Elastisitas	Response 5 pH	Response 6 Aroma	Response 7 Warna	Response 8 Tekstur	Response 9 Rasa
4	2	Block 1	2.882	7.933	1.185									
6	3	Block 1	2.771	7.729	1.500									
2	4	Block 1	3.000	8.000	1.000									
1	5	Block 1	3.000	7.747	1.253									
3	6	Block 1	2.698	8.000	1.302									
5	7	Block 1	3.000	7.500	1.500									
7	10	Block 1	2.500	8.000	1.500									

Gambar 33. Tabel formulasi dan tabel yang digunakan untuk diisi oleh hasil analisis kadar protein, kadar air, serta hasil uji organoleptik.

Lampiran 5. Analisis Ekstrak Daun Mulberry

Perhitungan Rendemen

$$\begin{aligned} \text{Rendemen \%} &= \frac{\text{berat ekstrak daun}}{\text{berat bahan segar}} \times 100 \\ &= \frac{124,46}{170} \times 100 \\ &= 73,2117\% \end{aligned}$$

Analisis Kadar Protein

$$\text{Dik : } W_s = 1,14 \text{ g}$$

$$N \text{ NaOH} = 0,1 \text{ N}$$

$$FP = 25\text{ml}/ 10 \text{ ml}$$

$$F_k = 6,25$$

$$V_b = 16,05$$

$$V_s = 17,8$$

$$\%N = \frac{(V_s - V_b) \times N \text{ NaOH} \times FP \times BAN}{W_s \times 1000} \times 100\%$$

$$\%N = \frac{(17,8 - 16,05) \times 0,1 \times 25/10 \times 14,008}{1,14 \times 1000} \times 100\%$$

$$= 0,537$$

$$\%P = \%N \times FK$$

$$= 0,537 \times 6,25$$

$$= 3,35$$

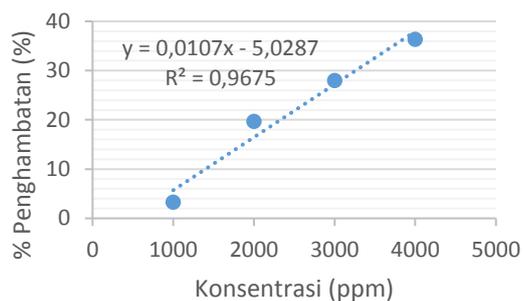
Uji Antioksidan Pada Ekstrak Daun *mulberry* (Metode Dpph)

Tabel 26. Data aktivitas antioksidan ekstrak daun *black mulberry*

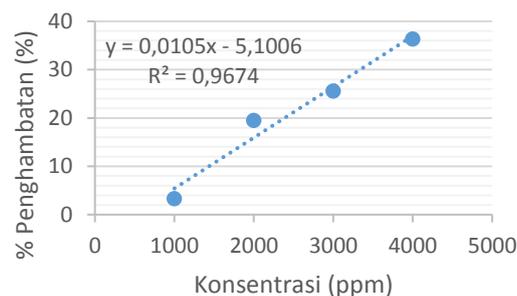
Sampel	Pengulangan pembacaan	Nilai IC ₅₀ (ppm)	Rata-rata nilai IC ₅₀ (ppm)
Daun	1	5142,87	5195,27
<i>Murlberry</i>	2	5247,68	

Tabel 27. Data pengujian aktivitas antioksidan ekstrak daun *black mulberry*

Konsentrasi (ppm)	Nilai absorbansi		Nilai penghambatan (%)	
	Ke-1	Ke-2	Ke-1	Ke-2
0	0,696	0,695		
1000	0,673	0,673	3,30	3,30
2000	0,559	0,560	19,68	19,54
3000	0,501	0,518	28,02	25,57
4000	0,443	0,443	36,35	36,35



Gambar 1. Grafik aktivitas antioksidan ekstrak daun *mulberry* pembacaan ke-1



Gambar 2. Grafik aktivitas antioksidan ekstrak daun *mulberry* pembacaan ke-2

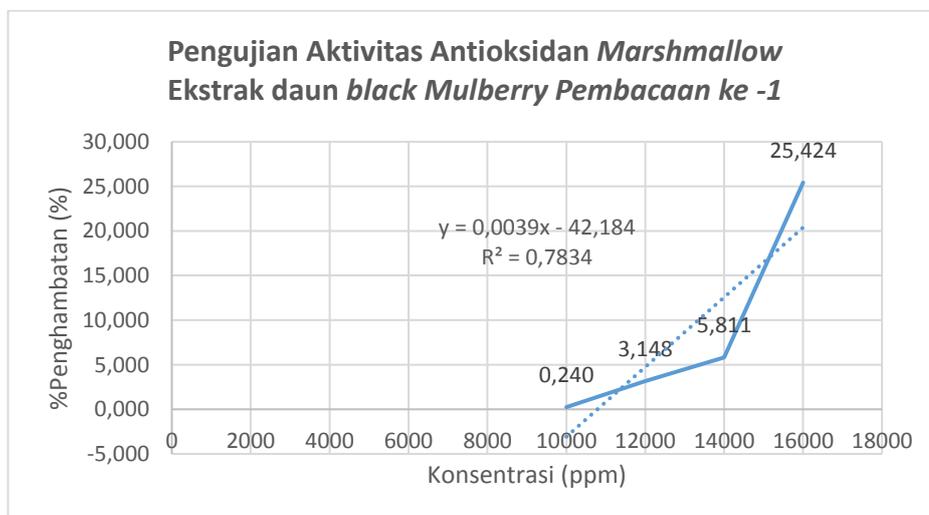
Uji Aktivitas Antioksidan Pada Produk Terpilih (Metode DPPH)

Tabel 28. Data aktivitas antioksidan *marshmallow* ekstrak daun *Black mulberry*

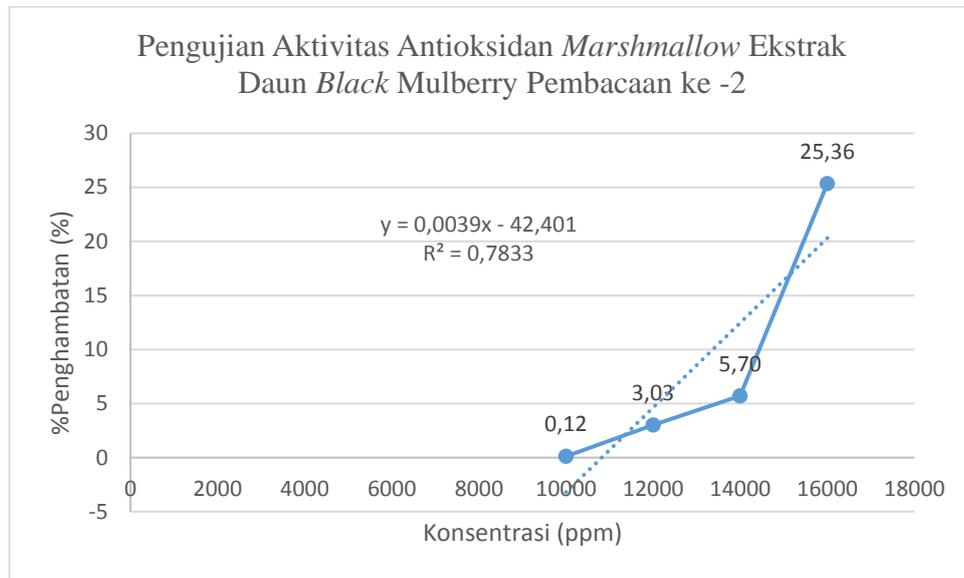
Sampel	Pengulangan Pembacaan	Nilai IC50(ppm)	Rata – Rata Nilai (ppm)
<i>Marshmallow</i> ekstrak daun <i>Mulberry</i>	1	23636,9	12792,7
	2	1948,46	

Tabel 29. Data pengujian aktivitas antioksidan *marshmallow* ekstrak daun *black mulberry*

Konsentras i (ppm)	Nilai absorbansi		Nilai penghambatan (%)	
	Ke-1	Ke-2	Ke-1	Ke-2
0	0,826	0,824		
10000	0,824	0,823	0,240	0,120
12000	0,800	0,799	3,148	3,030
14000	0,778	0,777	5,811	5,700
16000	0,616	0,616	25,424	25,360



Gambar 34. Pengujian Aktivitas Antioksidan *Marshmallow* Ekstrak Daun *Black Mulberry*



Gambar 2. Aktivitas Antioksidan *Marshmallow* Ekstrakn daun *black Mulberry* Pembacaan Ke -2

Lampiran 6. Perhitungan Respon Kimia

(Kadar Protein, Kadar Air dan pH)**1. KADAR PROTEIN****Formulasi 1**

$$V_{\text{sampel}} = 0,36 \text{ ml}$$

$$V_{\text{blanko}} = 0,144 \text{ ml}$$

$$N \text{ NaOH} = 0,1 \text{ N}$$

$$W_{\text{sampel}} = 10 \text{ g}$$

$$F_p = 100/10$$

$$\text{BE Nitrogen} = 14,008$$

$$\text{FK} = 6,25$$

$$\% \text{ Nitrogen} = \frac{(V_s - V_b) N \text{ NaOH} \times 14,008 \times f_p}{W_s \times 1000} \times 100$$

$$\% \text{ Nitrogen} = \frac{(0,36 - 0,144) \times 0,1 \times 14,008 \times \frac{100}{10}}{10 \times 1000} \times 100$$

$$\% \text{ Nitrogen} = 0,030\%$$

$$\% \text{ kadar protein} = \% \text{ kadar Nitrogen} \times \text{FK}$$

$$= 0,030 \% \times 6,25$$

$$= 0,187\%$$

Formulasi 2

$$V_{\text{sampel}} = 0,73 \text{ ml}$$

$$V_{\text{blanko}} = 0,144 \text{ ml}$$

$$N \text{ NaOH} = 0,1 \text{ N}$$

$$W_{\text{sampel}} = 10 \text{ g}$$

$$F_p = 100/10$$

$$\text{BE Nitrogen} = 14,008$$

$$\text{FK} = 6,25$$

$$\% \text{ Nitrogen} = \frac{(Vs - Vb) N \text{ NaOH} x 14,008 x fp}{Ws x 1000} x 100$$

$$\% \text{ Nitrogen} = \frac{(0,73 - 0,144) x 0,1 x 14,008 x \frac{100}{10}}{10 x 1000} x 100$$

$$\% \text{ Nitrogen} = 0,082\%$$

$$\begin{aligned} \% \text{ kadar protein} &= \% \text{ kadar Nitrogen} x \text{FK} \\ &= 0,082 \% x 6,25 \\ &= 0,512\% \end{aligned}$$

Formulasi 3

$$V_{\text{sampel}} = 0,56 \text{ ml}$$

$$V_{\text{blanko}} = 0,144 \text{ ml}$$

$$N \text{ NaOH} = 0,1 \text{ N}$$

$$W_{\text{sampel}} = 10 \text{ g}$$

$$Fp = 100/10$$

$$\text{BE Nitrogen} = 14,008$$

$$\text{FK} = 6,25$$

$$\% \text{ Nitrogen} = \frac{(Vs - Vb) N \text{ NaOH} x 14,008 x fp}{Ws x 1000} x 100$$

$$\% \text{ Nitrogen} = \frac{(0,56 - 0,144) x 0,1 x 14,008 x \frac{100}{10}}{10 x 1000} x 100$$

$$\% \text{ Nitrogen} = 0,058\%$$

$$\begin{aligned} \% \text{ kadar protein} &= \% \text{ kadar Nitrogen} x \text{FK} \\ &= 0,058 \% x 6,25 \\ &= 0,364\% \end{aligned}$$

Formulasi 4

$$V_{\text{sampel}} = 0,33 \text{ ml}$$

$$V_{\text{blanko}} = 0,144 \text{ ml}$$

$$N \text{ NaOH} = 0,1 \text{ N}$$

$$W_{\text{sampel}} = 10 \text{ g}$$

$$F_p = 100/10$$

$$BE \text{ Nitrogen} = 14,008$$

$$FK = 6,25$$

$$\% \text{ Nitrogen} = \frac{(V_s - V_b) N \text{ NaOH} \times 14,008 \times f_p}{W_s \times 1000} \times 100$$

$$\% \text{ Nitrogen} = \frac{(0,33 - 0,144) \times 0,1 \times 14,008 \times \frac{100}{10}}{10 \times 1000} \times 100$$

$$\% \text{ Nitrogen} = 0,260\%$$

$$\% \text{ kadar protein} = \% \text{ kadar Nitrogen} \times FK$$

$$= 0,260 \% \times 6,25$$

$$= 1,628\%$$

Formulasi 5

$$V_{\text{sampel}} = 0,36 \text{ ml}$$

$$V_{\text{blanko}} = 0,144 \text{ ml}$$

$$N \text{ NaOH} = 0,1 \text{ N}$$

$$W_{\text{sampel}} = 10 \text{ g}$$

$$F_p = 100/10$$

$$BE \text{ Nitrogen} = 14,008$$

$$FK = 6,25$$

$$\% \text{ Nitrogen} = \frac{(V_s - V_b) N \text{ NaOH} \times 14,008 \times f_p}{W_s \times 1000} \times 100$$

$$\% \text{ Nitrogen} = \frac{(0,36 - 0,144) \times 0,1 \times 14,008 \times \frac{100}{10}}{10 \times 1000} \times 100$$

$$\% \text{ Nitrogen} = 0,030\%$$

$$\% \text{ kadar protein} = \% \text{ kadar Nitrogen} \times \text{FK}$$

$$= 0,030 \% \times 6,25$$

$$= 0,187\%$$

Formulasi 6

$$V_{\text{sampel}} = 0,34 \text{ ml}$$

$$V_{\text{blanko}} = 0,144 \text{ ml}$$

$$N \text{ NaOH} = 0,1 \text{ N}$$

$$W_{\text{sampel}} = 10 \text{ g}$$

$$F_p = 100/10$$

$$\text{BE Nitrogen} = 14,008$$

$$\text{FK} = 6,25$$

$$\% \text{ Nitrogen} = \frac{(V_s - V_b) N \text{ NaOH} \times 14,008 \times f_p}{W_s \times 1000} \times 100$$

$$\% \text{ Nitrogen} = \frac{(0,34 - 0,144) \times 0,1 \times 14,008 \times \frac{100}{10}}{10 \times 1000} \times 100$$

$$\% \text{ Nitrogen} = 0,027\%$$

$$\% \text{ kadar protein} = \% \text{ kadar Nitrogen} \times \text{FK}$$

$$= 0,027 \% \times 6,25$$

$$= 0,171\%$$

Formulasi 7

$$V_{\text{sampel}} = 0,36 \text{ ml}$$

$$V_{\text{blanko}} = 0,144 \text{ ml}$$

$$N \text{ NaOH} = 0,1 \text{ N}$$

$$W_{\text{sampel}} = 10 \text{ g}$$

$$F_p = 100/10$$

$$\text{BE Nitrogen} = 14,008$$

$$\text{FK} = 6,25$$

$$\% \text{ Nitrogen} = \frac{(V_s - V_b) N_{\text{NaOH}} \times 14,008 \times f_p}{W_s \times 1000} \times 100$$

$$\% \text{ Nitrogen} = \frac{(0,27 - 0,144) \times 0,1 \times 14,008 \times \frac{100}{10}}{10 \times 1000} \times 100$$

$$\% \text{ Nitrogen} = 0,017\%$$

$$\% \text{ kadar protein} = \% \text{ kadar Nitrogen} \times \text{FK}$$

$$= 0,017 \% \times 6,25$$

$$= 0,110\%$$

2. KADAR AIR

Formulasi 1

$$\text{Faktor Destilasi} = \frac{\text{Berat air yang didestilasi}}{V_{\text{air}}}$$

$$\text{Faktor Destilasi} = \frac{(4,271 \text{ g})}{(4,20 \text{ mL})}$$

$$= 1,004$$

$$\% \text{ air} = \frac{V_{\text{air}} \times \text{FD}}{W_{\text{sampel}}} \times \text{FD} \times 100\%$$

$$\% \text{ air} = \frac{0,80 \text{ mL} \times \text{FD}}{1,423} \times 100\%$$

$$= 56,4441\%$$

Formulasi 2

$$\text{Faktor Destilasi} = \frac{(4,271 \text{ g})}{(4,20 \text{ mL})}$$

$$= 1,004$$

$$\% \text{ air} = \frac{V_{\text{air}}}{W_{\text{sampel}}} \times FD \times 100\%$$

$$\% \text{ air} = \frac{0,70 \text{ mL}}{1,346} \times FD \times 100\%$$

$$= 52,2140\%$$

Formulasi 3

$$\text{Faktor Destilasi} = \frac{\text{Berat air yang didestilasi}}{V_{\text{air}}}$$

$$\text{Faktor Destilasi} = \frac{(4,271 \text{ g})}{(4,20 \text{ mL})}$$

$$= 1,004$$

$$\% \text{ air} = \frac{V_{\text{air}}}{W_{\text{sampel}}} \times FD \times 100\%$$

$$\% \text{ air} = \frac{0,70 \text{ mL}}{1,401} \times FD \times 100\%$$

$$= 50,1642\%$$

Formulasi 4

$$\text{Faktor Destilasi} = \frac{\text{Berat air yang didestilasi}}{V_{\text{air}}}$$

$$\text{Faktor Destilasi} = \frac{(4,271 \text{ g})}{(4,20 \text{ mL})}$$

$$= 1,004$$

$$\% \text{ air} = \frac{V_{\text{air}}}{W_{\text{sampel}}} \times FD \times 100\%$$

$$\% \text{ air} = \frac{0,60 \text{ mL}}{1,220} \times FD \times 100\%$$

$$= 49,3770\%$$

Formulasi 5

$$\text{Faktor Destilasi} = \frac{\text{Berat air yang didestilasi}}{V_{\text{air}}}$$

$$\text{Faktor Destilasi} = \frac{(4,271 \text{ g})}{(4,20 \text{ mL})}$$

$$= 1,004$$

$$\% \text{ air} = \frac{V_{\text{air}}}{W_{\text{sampel}}} \times FD \times 100\%$$

$$\% \text{ air} = \frac{0,60 \text{ mL}}{1,231} \times FD \times 100\%$$

$$= 48,9358\%$$

Formulasi 6

$$\text{Faktor Destilasi} = \frac{\text{Berat air yang didestilasi}}{\text{Vair}}$$

$$\text{Faktor Destilasi} = \frac{(4,271 \text{ g})}{(4,20 \text{ mL})}$$

$$= 1,004$$

$$\% \text{ air} = \frac{\text{Vair}}{\text{W sampel}} \times \text{FD} \times 100\%$$

$$\% \text{ air} = \frac{0,55 \text{ mL}}{1,162} \times \text{FD} \times 100\%$$

$$= 47,5215$$

Formulasi 7

$$\text{Faktor Destilasi} = \frac{\text{Berat air yang didestilasi}}{\text{Vair}}$$

$$\text{Faktor Destilasi} = \frac{(4,271 \text{ g})}{(4,20 \text{ mL})}$$

$$= 1,004$$

$$\% \text{ air} = \frac{\text{Vair}}{\text{W sampel}} \times \text{FD} \times 100\%$$

$$\% \text{ air} = \frac{0,50 \text{ mL}}{1,137} \times \text{FD} \times 100\%$$

$$= 44,1513\%$$

3. NILAI PH

Tabel 30. Nilai pH *Marshmallow*

Formulasi	PH
1	5,1
2	4,6
3	4,5
4	4,5
5	4,5
6	4,4
7	4,3

Lampiran 7. Nilai Respon Organoleptik

(Atribut Mutu: Warna, Aroma, Rasa, Tekstur)Tabel 31. Nilai Organoleptik *Marshmallow* ekstrak daun *Black mulberry*

Formulasi/respon	Atribut			
	Warna	Aroma	Rasa	Tekstur
1	1,9	2,93	3,17	4,27
2	2,03	2,83	3,2	4,23
3	1,83	2,83	3,23	4,1
4	1,87	2,83	3,07	4,13
5	1,8	3,37	3,37	4,2
6	2,13	3,03	2,9	3,93
7	2,77	2,93	3,03	4,16

Lampiran 8. Tabel Pengamatan Uji Mutu Hedonik

Tabel 32. Hasil Uji Mutu Hedonik Atribut Warna

PANELIS	KODE SAMPEL																	
	F1		F2		F3		F4		F5		F6		F7		JUMLAH		RATA-RATA	
	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT
1	1	1,22	2	1,58	2	1,58	2	1,58	1	1,22	1	1,22	2	1,58	11	10,00	1,57	1,43
2	1	1,22	2	1,58	2	1,58	2	1,58	1	1,22	1	1,22	2	1,58	11	10,00	1,57	1,43
3	3	1,87	2	1,58	2	1,58	1	1,22	2	1,58	2	1,58	3	1,87	15	11,29	2,14	1,61
4	1	1,22	2	1,58	2	1,58	2	1,58	1	1,22	1	1,22	2	1,58	11	10,00	1,57	1,43
5	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	1	1,22	2	1,58	3	1,87	14	11,00	2,00	1,57
6	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	14	11,07	2,00	1,58
7	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	1	1,22	1	1,22	3	1,87	13	10,64	1,86	1,52
8	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	14	11,07	2,00	1,58
9	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	1	1,22	2	1,58	3	1,87	14	11,00	2,00	1,57
10	1	1,22	2	1,58	1	1,22	2	1,58	2	1,58	2	1,58	3	1,87	13	10,64	1,86	1,52
11	2	1,58	2	1,58	1	1,22	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	13	10,71	1,86	1,53
12	2	1,58	2	1,58	2	1,58	1	1,22	2	1,58	2	1,58	7	2,74	18	11,87	2,57	1,70
13	2	1,58	2	1,58	1	1,22	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	13	10,71	1,86	1,53
14	2	1,58	2	1,58	2	1,58	1	1,22	2	1,58	2	1,58	3	1,87	14	11,00	2,00	1,57
15	1	1,22	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	3	1,87	3	1,87	15	11,29	2,14	1,61
16	2	1,58	2	1,58	2	1,58	1	1,22	1	1,22	2	1,58	2	1,58	12	10,36	1,71	1,48
17	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	3	1,87	15	11,36	2,14	1,62
18	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	14	11,07	2,00	1,58
19	2	1,58	2	1,58	2	1,58	3	1,87	2	1,58	2	1,58	2	1,58	15	11,36	2,14	1,62
20	1	1,22	2	1,58	2	1,58	2	1,58	1	1,22	2	1,58	3	1,87	13	10,64	1,86	1,52
21	3	1,87	2	1,58	1	1,22	2	1,58	3	1,87	2	1,58	5	2,35	18	12,06	2,57	1,72
22	3	1,87	2	1,58	1	1,22	2	1,58	1	1,22	4	2,12	3	1,87	16	11,47	2,29	1,64
23	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	14	11,07	2,00	1,58
24	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	14	11,07	2,00	1,58
25	2	1,58	2	1,58	1	1,22	1	1,22	3	1,87	4	2,12	4	2,12	17	11,73	2,43	1,68
26	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	14	11,07	2,00	1,58
27	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	14	11,07	2,00	1,58
28	2	1,58	3	1,87	3	1,87	2	1,58	3	1,87	4	2,12	4	2,12	21	13,02	3,00	1,86
29	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	3	1,87	3	1,87	16	11,65	2,29	1,66
30	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	14	11,07	2,00	1,58
JUMLAH	57	46,16	61	47,72	55	45,59	56	45,94	54	45,10	64	48,21	83	53,62	430	332,34	61,43	47,48
RATA- RATA	1,9	1,54	2,03	1,59	1,83	1,52	1,87	1,53	1,8	1,50	2,13	1,61	2,77	1,79	14,33	11,08	2,05	1,58

Tabel 33. Hasil Uji Mutu Hedonik Atribut Rasa

PANELIS	KODE SAMPEL																	
	F1		F2		F3		F4		F5		F6		F7		JUMLAH		RATA-RATA	
	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT
1	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	4	2,12	2	1,58	3	1,87	21	13,06	3,00	1,87
2	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	4	2,12	2	1,58	3	1,87	21	13,06	3,00	1,87
3	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	2	1,58	20	12,81	2,86	1,83
4	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	4	2,12	1	1,22	2	1,58	19	12,41	2,71	1,77
5	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	21	13,10	3,00	1,87
6	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	2	1,58	3	1,87	20	12,81	2,86	1,83
7	4	2,12	4	2,12	3	1,87	3	1,87	2	1,58	3	1,87	2	1,58	21	13,02	3,00	1,86
8	4	2,12	3	1,87	3	1,87	3	1,87	4	2,12	2	1,58	3	1,87	22	13,31	3,14	1,90
9	4	2,12	4	2,12	3	1,87	3	1,87	4	2,12	2	1,58	2	1,58	22	13,27	3,14	1,90
10	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	4	2,12	3	1,87	3	1,87	22	13,35	3,14	1,91
11	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	2	1,58	2	1,58	2	1,58	18	12,23	2,57	1,75
12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	3	1,87	5	2,35	4	2,12	3	1,87	26	14,32	3,71	2,05
13	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	2	1,58	3	1,87	2	1,58	19	12,52	2,71	1,79
14	3	1,87	4	2,12	4	2,12	3	1,87	5	2,35	4	2,12	3	1,87	26	14,32	3,71	2,05
15	4	2,12	3	1,87	2	1,58	2	1,58	2	1,58	3	1,87	3	1,87	19	12,48	2,71	1,78
16	3	1,87	4	2,12	4	2,12	3	1,87	5	2,35	4	2,12	4	2,12	27	14,57	3,86	2,08
17	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	4	2,12	22	13,35	3,14	1,91
18	3	1,87	4	2,12	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	22	13,35	3,14	1,91
19	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	4	2,12	3	1,87	3	1,87	22	13,35	3,14	1,91
20	2	1,58	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	27	14,53	3,86	2,08
21	3	1,87	3	1,87	2	1,58	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12	22	13,31	3,14	1,90
22	2	1,58	3	1,87	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,35	27	14,51	3,86	2,07
23	3	1,87	3	1,87	4	2,12	4	2,12	3	1,87	3	1,87	3	1,87	23	13,60	3,29	1,94
24	3	1,87	3	1,87	2	1,58	3	1,87	2	1,58	2	1,58	3	1,87	18	12,23	2,57	1,75
25	3	1,87	2	1,58	3	1,87	2	1,58	2	1,58	4	2,12	2	1,58	18	12,19	2,57	1,74
26	4	2,12	3	1,87	3	1,87	3	1,87	2	1,58	2	1,58	2	1,58	19	12,48	2,71	1,78
27	3	1,87	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12	26	14,35	3,71	2,05
28	3	1,87	2	1,58	3	1,87	4	2,12	4	2,12	3	1,87	5	2,35	24	13,78	3,43	1,97
29	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	2	1,58	3	1,87	3	1,87	22	13,31	3,14	1,90
30	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	23	13,60	3,29	1,94
JUMLAH	95	57,30	96	57,55	97	57,73	92	56,55	101	58,46	87	54,91	91	56,01	659	398,51	94,14	56,93
RATA- RATA	3,17	1,91	3,2	1,92	3,23	1,92	3,07	1,88	3,37	1,95	2,9	1,83	3,03	1,87	21,97	13,28	3,14	1,90

Tabel 34. Hasil Uji Mutu Hedonik Atribut Aroma

PANELIS	KODE SAMPEL																	
	F1		F2		F3		F4		F5		F6		F7		JUMLAH		RATA-RATA	
	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT
1	1	1,22	1	1,22	1	1,22	1	1,22	1	1,2	1	1,22	1	1,22	7	8,57	1,00	1,22
2	1	1,22	1	1,22	1	1,22	1	1,22	1	1,2	1	1,22	1	1,22	7	8,57	1,00	1,22
3	2	1,58	2	1,58	2	1,58	3	1,87	3	1,9	2	1,58	2	1,58	16	11,65	2,29	1,66
4	1	1,22	1	1,22	1	1,22	1	1,22	1	1,2	1	1,22	1	1,22	7	8,57	1,00	1,22
5	3	1,87	3	1,87	2	1,58	2	1,58	2	1,6	2	1,58	2	1,58	16	11,65	2,29	1,66
6	3	1,87	3	1,87	2	1,58	2	1,58	3	1,9	2	1,58	2	1,58	17	11,94	2,43	1,71
7	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,6	2	1,58	2	1,58	14	11,07	2,00	1,58
8	2	1,58	2	1,58	3	1,87	2	1,58	2	1,6	2	1,58	2	1,58	15	11,36	2,14	1,62
9	2	1,58	2	1,58	3	1,87	3	1,87	2	1,6	3	1,87	2	1,58	17	11,94	2,43	1,71
10	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,6	2	1,58	2	1,58	14	11,07	2,00	1,58
11	5	2,35	2	1,58	2	1,58	2	1,58	3	1,9	3	1,87	3	1,87	20	12,70	2,86	1,81
12	3	1,87	3	1,87	2	1,58	1	1,22	5	2,3	4	2,12	4	2,12	22	13,14	3,14	1,88
13	5	2,35	2	1,58	2	1,58	2	1,58	3	1,9	3	1,87	3	1,87	20	12,70	2,86	1,81
14	3	1,87	3	1,87	2	1,58	1	1,22	5	2,3	4	2,12	4	2,12	22	13,14	3,14	1,88
15	4	2,12	3	1,87	2	1,58	4	2,12	4	2,1	5	2,35	4	2,12	26	14,28	3,71	2,04
16	2	1,58	2	1,58	3	1,87	2	1,58	2	1,6	2	1,58	2	1,58	15	11,36	2,14	1,62
17	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,1	4	2,12	3	1,87	27	14,60	3,86	2,09
18	3	1,87	4	2,12	3	1,87	3	1,87	3	1,9	3	1,87	3	1,87	22	13,35	3,14	1,91
19	2	1,58	2	1,58	3	1,87	4	2,12	4	2,1	2	1,58	2	1,58	19	12,44	2,71	1,78
20	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,9	3	1,87	5	2,35	28	14,80	4,00	2,11
21	4	2,12	5	2,35	4	2,12	3	1,87	3	1,9	5	2,35	4	2,12	28	14,80	4,00	2,11
22	1	1,22	3	1,87	4	2,12	3	1,87	5	2,3	4	2,12	2	1,58	22	13,14	3,14	1,88
23	4	2,12	3	1,87	3	1,87	3	1,87	5	2,3	3	1,87	3	1,87	24	13,82	3,43	1,97
24	3	1,87	3	1,87	3	1,87	4	2,12	4	2,1	3	1,87	4	2,12	24	13,85	3,43	1,98
25	3	1,87	3	1,87	4	2,12	4	2,12	5	2,3	3	1,87	2	1,58	24	13,78	3,43	1,97
26	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,3	5	2,35	5	2,35	35	16,42	5,00	2,35
27	2	1,58	3	1,87	3	1,87	4	2,12	4	2,1	4	2,12	4	2,12	24	13,81	3,43	1,97
28	4	2,12	4	2,12	5	2,35	5	2,35	5	2,3	5	2,35	5	2,35	33	15,97	4,71	2,28
29	2	1,58	3	1,87	3	1,87	3	1,87	5	2,3	3	1,87	4	2,12	23	13,53	3,29	1,93
30	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,3	5	2,35	5	2,35	35	16,42	5,00	2,35
JUMLAH	88	54,56	85	54,00	85	53,97	85	53,75	101	58,0	91	55,49	88	54,65	623	384,40	89,00	54,91
RATA- RATA	2,93	1,82	2,83	1,80	2,83	1,80	2,83	1,79	3,37	1,9	3,03	1,85	2,93	1,82	20,77	12,81	2,97	1,83

Tabel 35. Hasil Uji Mutu Hedonik Atribut Tekstur

PANELIS	KODE SAMPEL																	
	F1		F2		F3		F4		F5		F6		F7		JUMLAH		RATA-RATA	
	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT
1	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	5	2,35	30	15,30	4,29	0,51
2	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	5	2,35	30	15,30	4,29	0,51
3	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,12	32	15,74	4,57	0,52
4	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	5	2,35	30	15,30	4,29	0,51
5	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12	5	2,35	33	15,97	4,71	0,53
6	4	2,12	4	2,12	4	2,12	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12	30	15,30	4,29	0,51
7	4	2,12	4	2,12	5	2,35	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12	31	15,52	4,43	0,52
8	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	3	1,87	4	2,12	32	15,72	4,57	0,52
9	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	4	2,12	3	1,87	4	2,12	31	15,49	4,43	0,52
10	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	4	2,12	5	2,35	34	16,19	4,86	0,54
11	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	3	1,87	30	15,27	4,29	0,51
12	4	2,12	4	2,12	3	1,87	3	1,87	5	2,35	4	2,12	4	2,12	27	14,57	3,86	0,49
13	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	3	1,87	30	15,27	4,29	0,51
14	4	2,12	4	2,12	3	1,87	3	1,87	5	2,35	4	2,12	4	2,12	27	14,57	3,86	0,49
15	5	2,35	4	2,12	3	1,87	5	2,35	3	1,87	5	2,35	5	2,35	30	15,24	4,29	0,51
16	5	2,35	5	2,35	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,35	5	2,35	33	15,97	4,71	0,53
17	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	28	14,85	4,00	0,49
18	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	28	14,85	4,00	0,49
19	4	2,12	4	2,12	4	2,12	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	32	15,74	4,57	0,52
20	4	2,12	4	2,12	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,12	30	15,30	4,29	0,51
21	4	2,12	4	2,12	3	1,87	3	1,87	4	2,12	5	2,35	5	2,35	28	14,80	4,00	0,49
22	3	1,87	4	2,12	5	2,35	3	1,87	4	2,12	2	1,58	4	2,12	25	14,03	3,57	0,47
23	4	2,12	4	2,12	5	2,35	3	1,87	4	2,12	2	1,58	3	1,87	25	14,03	3,57	0,47
24	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	25	14,10	3,57	0,47
25	4	2,12	2	1,58	4	2,12	3	1,87	3	1,87	3	1,87	4	2,12	23	13,56	3,29	0,45
26	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	28	14,85	4,00	0,49
27	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	5	2,35	3	1,87	3	1,87	25	14,07	3,57	0,47
28	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	28	14,82	4,00	0,49
29	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	26	14,35	3,71	0,48
30	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	5	2,35	5	2,35	30	15,30	4,29	0,51
JUMLAH	128	65,40	127	65,06	123	64,15	124	64,35	126	64,88	118	62,90	125	64,63	871	451,37	124,43	15,05
RATA- RATA	4,27	2,18	4,23	2,17	4,1	2,14	4,13	2,14	4,2	2,16	3,93	2,10	4,17	2,15	29,03	15,05	4,15	0,50

Tabel 36. Uji Mutu Hedonik Formulasi Terpilih

PANELIS	KODE SAMPEL TERPILIH											
	warna		rasa		aroma		tekstur		JUMLAH		RATA-RATA	
	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT
1	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12	15	8,23	3	1,65
2	2	1,58	4	2,12	4	2,12	5	2,35	15	8,17	3	1,63
3	3	1,87	4	2,12	2	1,58	4	2,12	13	7,69	2,6	1,54
4	2	1,58	3	1,87	3	1,87	4	2,12	12	7,44	2,4	1,49
5	2	1,58	3	1,87	3	1,87	4	2,12	12	7,44	2,4	1,49
6	3	1,87	4	2,12	2	1,58	5	2,35	14	7,92	2,8	1,58
7	3	1,87	3	1,87	4	2,12	4	2,12	14	7,98	2,8	1,60
8	2	1,58	4	2,12	3	1,87	5	2,35	14	7,92	2,8	1,58
9	3	1,87	4	2,12	3	1,87	5	2,35	15	8,21	3	1,64
10	3	1,87	3	1,87	4	2,12	4	2,12	14	7,98	2,8	1,60
11	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12	15	8,23	3	1,65
12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12	14	7,98	2,8	1,60
13	2	1,58	4	2,12	3	1,87	5	2,35	14	7,92	2,8	1,58
14	3	1,87	3	1,87	3	1,87	4	2,12	13	7,73	2,6	1,55
15	1	1,22	4	2,12	2	1,58	4	2,12	11	7,05	2,2	1,41
16	2	1,58	5	2,35	2	1,58	5	2,35	14	7,85	2,8	1,57
17	1	1,22	3	1,87	2	1,58	4	2,12	10	6,80	2	1,36
18	2	1,58	4	2,12	2	1,58	5	2,35	13	7,63	2,6	1,53
19	4	2,12	3	1,87	3	1,87	4	2,12	14	7,98	2,8	1,60
20	2	1,58	2	1,58	4	2,12	5	2,35	13	7,63	2,6	1,53
21	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12	15	8,23	3	1,65
22	2	1,58	4	2,12	4	2,12	4	2,12	14	7,95	2,8	1,59
23	1	1,22	4	2,12	3	1,87	5	2,35	13	7,56	2,6	1,51
24	2	1,58	4	2,12	3	1,87	4	2,12	13	7,69	2,6	1,54
25	3	1,87	3	1,87	4	2,12	5	2,35	15	8,21	3	1,64
26	2	1,58	3	1,87	4	2,12	4	2,12	13	7,69	2,6	1,54
27	1	1,22	4	2,12	4	2,12	5	2,35	14	7,81	2,8	1,56
28	3	1,87	3	1,87	4	2,12	4	2,12	14	7,98	2,8	1,60
29	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12	14	7,98	2,8	1,60
30	1	1,22	4	2,12	4	2,12	4	2,12	13	7,59	2,6	1,52
JUMLAH	70	49,96	109	60,82	97	57,64	131	66,10	407	234,52	81,40	46,90
RATA- RATA	2,33	1,67	3,63	2,03	3,23333	1,92	4,37	2,20	13,5667	7,82	2,71	1,56

Lampiran 9. Uji Fisik Teksture (Texture Analyzer)

Formulasi/respon	Atribut	
	Hardness g/force	Springness
1	1199,92	1,772
2	2038,56	1,70
3	1798,80	1,44
4	1745,79	1,42
5	1504,40	1,49
6	1623,91	1,39
7	1623,89	1,34

Lampiran 10. Hasil Statistik ANAVA

Lampiran 11. Hasil ANAVA terhadap respon kekerasan

Tabel 37. Hasil statistik ANAVA terhadap respon kekerasan (hardness)

	<i>Sum of</i>		<i>Mean</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>	
<i>Source</i>	<i>Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Square</i>	<i>Value</i>	<i>Prob > F</i>	
Model	4.056E+005	5	81118.63	44.48	0.1133	<i>Not significant</i>
<i>Linear Mixture</i>	1.704E+005	2	85204.65	46.72	0.1029	
<i>AB</i>	<i>3756.40</i>	<i>1</i>	<i>3756.40</i>	<i>2.06</i>	<i>0.3874</i>	
<i>AC</i>	<i>873.15</i>	<i>1</i>	<i>873.15</i>	<i>0.46</i>	<i>0.6146</i>	
<i>BC</i>	<i>2151E+005</i>	<i>1</i>	<i>2151E+005</i>	<i>117.97</i>	<i>0.0584</i>	
Residual	1823.61	1	1823.61			
Cor Total	4.074E+005	6				

(Sumber : Program *Design Expert* Metoda *D-Optimal*)

Lampiran 12. Hasil ANAVA terhadap respon kekenyalan (Springness)

Tabel 38. Hasil statistik ANAVA terhadap respon kekenyalan (springness)

	<i>Sum of</i>		<i>Mean</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>	
<i>Source</i>	<i>Squares</i>	<i>df</i>	<i>Square</i>	<i>Value</i>	<i>Prob > F</i>	
Model	0.11	2	0.053	3.85	0.1167	<i>Not significant</i>
<i>Linear Mixture</i>	0.11	2	0.053	3.85	0.1167	
Residual	0.055	4	0.014			
Cor Total	0.16	6				

(Sumber : Program *Design Expert* Metoda *D-Optimal*)

Lampiran 13. Hasil ANAVA terhadap respon Analisis Kadar Protein

Tabel 39. Hasil statistik ANAVA terhadap analisis kadar protein

	<i>Sum of</i>		<i>Mean</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>	
<i>Source</i>	<i>Squares</i>	<i>df</i>	<i>Square</i>	<i>Value</i>	<i>Prob > F</i>	
Model	0.46	2	0.23	0.73	0.5365	<i>Not significant</i>
<i>Linear Mixture</i>	0.46	2	0.23	0.73	0.5365	
Residual	1.27	4	0.32			
Cor Total	1.73	6				

Lampiran 14. Hasil ANAVA Terhadap Respon Analisis Kadar Air

Tabel 40. Hasil statistik ANAVA terhadap analisis kadar air

<i>Source</i>	<i>Sum of</i>		<i>Mean</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>	
	<i>Squares</i>	<i>df</i>	<i>Square</i>	<i>Value</i>	<i>Prob > F</i>	
Model	57.26	2	28.63	3.72	0.1225	<i>Not significant</i>
<i>Linear Mixture</i>	57.26	2	28.63	3.72	0.1125	
Residual	30.82	4	7.71			
Cor Total	88.09	6				

Lampiran 15. Hasil ANAVA Terhadap Respon Analisis Kadar pH

Tabel 41. Hasil statistik ANAVA terhadap analisis pH

<i>Source</i>	<i>Sum of</i>		<i>Mean</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>	
	<i>Squares</i>	<i>df</i>	<i>Square</i>	<i>Value</i>	<i>Prob > F</i>	
Model	0.36	5	0.072	1.82	0.5084	<i>Not significant</i>
<i>Linear Mixture</i>	0.17	2	0.084	2.14	0.4354	
AB	1.8111E-003	1	1.8111E-003	0.046	0.8655	
AC	3.450E-004	1	3.450E-004	8.763E-003	0.9406	
BC	0.18	1	0.18	4.49	0.2808	
Residual	0.039	1	0.039			
Cor Total	0.40	6				

Lampiran 16. Hasil ANAVA terhadap Respon Organoleptik Atribut Warna

Tabel 42. Hasil statistik ANAVA terhadap analisis Uji Mutu Hedonik dengan Atribut Warna

<i>Sum of</i>			<i>Mean</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>	
<i>Source</i>	<i>Squares</i>	<i>df</i>	<i>Square</i>	<i>Value</i>	<i>Prob > F</i>	
Model	0.68	5	0.14	15.85	0,1883	<i>Not significant</i>
<i>Linear Mixture</i>	0.39	2	0.20	22.89	0.1462	
AB	6.055E-003	1	6.055E-003	0.70	0.5557	
AC	0.29	1	0.29	33.27	0.1093	
BC	3.439E-005	1	3.439E-005	3.994E	0.1093	
Residual	8.609E-003	1	8.609E-003			
Cor Total	0.69	6				

Lampiran 17. Hasil ANAVA Terhadap Respon Organoleptik Atribut Rasa

Tabel 43. Hasil statistik ANAVA terhadap analisis Uji Mutu Hedonik dengan Atribut Rasa

<i>Sum of</i>			<i>Mean</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>	
<i>Source</i>	<i>Squares</i>	<i>df</i>	<i>Square</i>	<i>Value</i>	<i>Prob > F</i>	
Model	0.52	5	0.10	2.74	0.4276	<i>Not significant</i>
<i>Linear Mixture</i>	0.16	2	0.079	2.09	0.4391	
AB	0.31	1	0.31	8.21	0.2138	
AC	8.389E-004	1	8.389E-004	0.022	0.9060	
BC	0.018	1	0.018	0.47	0.6188	
Residual	0.038	1	0.038			
Cor Total	0.56	6				

Lampiran 18. Hasil ANAVA Terhadap Respon Organoleptik Atribut Aroma

Tabel 44. Hasil statistik ANAVA terhadap analisis Uji Mutu Hedonik dengan Atribut Aroma

<i>Sum of</i>			<i>Mean</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>	
<i>Source</i>	<i>Squares</i>	<i>df</i>	<i>Square</i>	<i>Value</i>	<i>Prob > F</i>	
Model	0.23	5	0.045	226.24	0.0504	<i>Not significant</i>
<i>Linear Mixture</i>	0.20	2	0.098	492.10	0.0319	
AB	0.013	1	0.013	63.62	0.0794	
AC	2.255E-003	1	2.255E-003	11.33	0.1839	
BC	0.020	1	0.020	100.67	0.032	
Residual	1.991E-004	1	1.991E-004			
Cor Total	0.23	6				

Lampiran 19. Hasil ANAVA Terhadap Respon Organoleptik Atribut Tekstur

Tabel 45. Hasil statistik ANAVA terhadap analisis Uji Mutu Hedonik dengan Atribut Tekstur

<i>Sum of</i>			<i>Mean</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>	
<i>Source</i>	<i>Squares</i>	<i>df</i>	<i>Square</i>	<i>Value</i>	<i>Prob > F</i>	
Model	0.78	5	0.16	5.62	0.3094	<i>Not significant</i>
<i>Linear Mixture</i>	0.33	2	0.17	5.97	0.2780	
AB	0.032	1	0.032	1.14	0.4792	
AC	0.13	1	0.13	4.69	0.2753	
BC	0.25	1	0.25	8.95	0.2053	
Residual	0.028	1	0.028			
Cor Total	0.81	6				

Lampiran 20. Perhitungan Analisis Formulasi Optimal

Analisis Kadar Protein

$$V_{\text{sampel}} = 0,30 \text{ ml}$$

$$V_{\text{blanko}} = 0,145 \text{ ml}$$

$$N \text{ NaOH} = 0,1 \text{ N}$$

$$W_{\text{sampel}} = 10 \text{ g}$$

$$F_p = 100/10$$

$$\text{BE Nitrogen} = 14,008$$

$$\text{FK} = 6,25$$

$$\% \text{ Nitrogen} = \frac{(V_s - V_b) N \text{ NaOH} \times 14,008 \times f_p}{W_s \times 1000} \times 100$$

$$\% \text{ Nitrogen} = \frac{(0,30 - 0,145) \times 0,1 \times 14,008 \times \frac{100}{10}}{10 \times 1000} \times 100$$

$$\% \text{ Nitrogen} = 0,021\%$$

$$\% \text{ kadar protein} = \% \text{ kadar Nitrogen} \times \text{FK}$$

$$= 0,021 \% \times 6,25$$

$$= 0,135$$

Kadar Air

$$\text{Faktor Destilasi} = \frac{\text{Berat air yang didestilasi}}{\text{Vair}}$$

$$\text{Faktor Destilasi} = \frac{(4,271 \text{ g})}{(4,20 \text{ mL})}$$

$$= 1,004$$

$$\% \text{ air} = \frac{\text{Vair}}{\text{W sampel}} \times \text{FD} \times 100\%$$

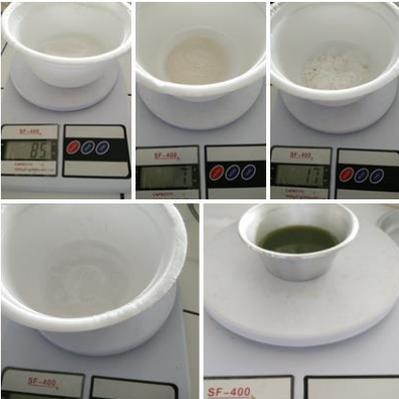
$$\% \text{ air} = \frac{0,80 \text{ mL}}{2,082} \times \text{FD} \times 100\%$$

$$= 39,605\%$$

Analisis Organoleptik Formulasi Optimal

PANELIS	KODE SAMPEL TERPILIH											
	warna		rasa		aroma		tekstur		JUMLAH		RATA-RATA	
	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT
1	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12	15	8,23	3	1,65
2	2	1,58	4	2,12	4	2,12	5	2,35	15	8,17	3	1,63
3	3	1,87	4	2,12	2	1,58	4	2,12	13	7,69	2,6	1,54
4	2	1,58	3	1,87	3	1,87	4	2,12	12	7,44	2,4	1,49
5	2	1,58	3	1,87	3	1,87	4	2,12	12	7,44	2,4	1,49
6	3	1,87	4	2,12	2	1,58	5	2,35	14	7,92	2,8	1,58
7	3	1,87	3	1,87	4	2,12	4	2,12	14	7,98	2,8	1,60
8	2	1,58	4	2,12	3	1,87	5	2,35	14	7,92	2,8	1,58
9	3	1,87	4	2,12	3	1,87	5	2,35	15	8,21	3	1,64
10	3	1,87	3	1,87	4	2,12	4	2,12	14	7,98	2,8	1,60
11	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12	15	8,23	3	1,65
12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12	14	7,98	2,8	1,60
13	2	1,58	4	2,12	3	1,87	5	2,35	14	7,92	2,8	1,58
14	3	1,87	3	1,87	3	1,87	4	2,12	13	7,73	2,6	1,55
15	1	1,22	4	2,12	2	1,58	4	2,12	11	7,05	2,2	1,41
16	2	1,58	5	2,35	2	1,58	5	2,35	14	7,85	2,8	1,57
17	1	1,22	3	1,87	2	1,58	4	2,12	10	6,80	2	1,36
18	2	1,58	4	2,12	2	1,58	5	2,35	13	7,63	2,6	1,53
19	4	2,12	3	1,87	3	1,87	4	2,12	14	7,98	2,8	1,60
20	2	1,58	2	1,58	4	2,12	5	2,35	13	7,63	2,6	1,53
21	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12	15	8,23	3	1,65
22	2	1,58	4	2,12	4	2,12	4	2,12	14	7,95	2,8	1,59
23	1	1,22	4	2,12	3	1,87	5	2,35	13	7,56	2,6	1,51
24	2	1,58	4	2,12	3	1,87	4	2,12	13	7,69	2,6	1,54
25	3	1,87	3	1,87	4	2,12	5	2,35	15	8,21	3	1,64
26	2	1,58	3	1,87	4	2,12	4	2,12	13	7,69	2,6	1,54
27	1	1,22	4	2,12	4	2,12	5	2,35	14	7,81	2,8	1,56
28	3	1,87	3	1,87	4	2,12	4	2,12	14	7,98	2,8	1,60
29	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12	14	7,98	2,8	1,60
30	1	1,22	4	2,12	4	2,12	4	2,12	13	7,59	2,6	1,52
JUMLAH	70	49,96	109	60,82	97	57,64	131	66,10	407	234,52	81,40	46,90
RATA-RATA	2,33	1,67	3,63	2,03	3,23333	1,92	4,37	2,20	13,5667	7,82	2,71	1,56

Lampiran 21. Diagram Alir Pembuatan *Marshmallow* Ekstrak *Daun Black Mulberry*

Gambar	Keterangan
	<p>Pembuatan ekstrak daun <i>black mulberry</i></p>
	<p>Penimbangan bahan baku yang akan digunakan untuk membuat <i>marshmallow</i>, terdiri dari sukrosa, sirup jagung, air, pektin, ekstrak, dan gelatin.</p>
	<p>Setelah dilakukan pemanasan sukrosa, air dan sirup jagung selanjutnya dilakukan pengocokan dengan penambahan gelatin yang telah direndam dengan air.</p>
	<p>Pencampuran dengan ekstrak daun <i>black mulberry</i></p>

Gambar	Keterangan
	Pencampuran dengan pektin
	Lakukan pengocokan hingga adonan mengembang dan siap untuk dicetak
	Pencetakan pada loyang. Setelah dicetak selanjutnya simpan pada suhu ruang selama 3-6 jam hingga didapat <i>marshmallow</i> yang kaku.
	<i>Marshmallow</i> setelah dilakukan pemotongan.