

**SKRIPSI**

**OPTIMASI PERBANDINGAN *MATCHA* DAN  
SUSU SKIM MENGGUNAKAN METODE SLD (*SIMPLEX LATTICE DESIGN*)  
DALAM FORMULASI COKELAT *MATCHA***

Disusun dan diajukan oleh

**AZZAHRA NABILAH  
G031191042**



**PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN  
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2023**

**OPTIMASI PERBANDINGAN *MATCHA* DAN  
SUSU SKIM MENGGUNAKAN METODE SLD (*SIMPLEX LATTICE DESIGN*)  
DALAM FORMULASI COKELAT *MATCHA***

*Optimizing The Ratio Of Powdered Green Tea and Skim Milk Using SLD (Simplex Lattice Design) Method In Chocolate Matcha Formulation*



**PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN  
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2023**


# LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Optimasi Perbandingan *Matcha* Dan Susu Skim Menggunakan Metode SLD (*Simplex Lattice Design*) Dalam Formulasi Cokelat *Matcha*  
Nama : Azzahra Nabilah  
NIM : G031191042

Disetujui oleh:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping

  
**Prof Dr. Ir. Abu Bakar Tawali**  
NIP. 19630702 198811 1 00

  
**Dr. Februadi Bastian, S.TP., M.Si**  
NIP. 19820205 200604 1 002

Diketahui oleh:

Ketua Program Studi

  
**Dr. Februadi Bastian, S.TP., M.Si**  
NIP. 19820205 200604 1 002

Tanggal lulus : 2023

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : AZZAHRA NABILAH  
NIM : G031191042  
Program Studi : Ilmu dan Teknologi Pangan  
Jenjang : S1

Meyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

**“OPTIMASI PERBANDINGAN *MATCHA* DAN  
SUSU SKIM MENGGUNAKAN METODE SLD (*SIMPLEX LATTICE DESIGN*)  
DALAM FORMULASI COKELAT *MATCHA*”**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Desember 2023

  
Azzahra Nabilah

## ABSTRAK

AZZAHRA NABILAH (NIM. G031191042). OPTIMASI PERBANDINGAN *MATCHA* DAN SUSU SKIM MENGGUNAKAN METODE SLD (*SIMPLEX LATTICE DESIGN*) DALAM FORMULASI COKELAT *MATCHA*. Dibimbing oleh ABU BAKAR TAWALI dan FEBRUADI BASTIAN.

**Latar Belakang** Bubuk teh hijau Jepang (*matcha*) telah dikenal sebagai sebagai teh hijau paling aromatik dan kandungan aktivitas antioksidan yang tinggi. *Matcha* telah banyak ditambahkan pada berbagai produk, termasuk cokelat. Formulasi cokelat *matcha* perlu dilakukan dengan tepat karena *matcha* memiliki rasa pahit yang kuat. Variasi susu skim dalam hal ini dapat dilakukan untuk mendapatkan formulasi yang seimbang. Oleh karena itu, penggunaan metode SLD (*Simplex Lattice Design*) dapat menjadi solusi untuk mengoptimalkan perbandingan *matcha* dan susu skim dalam formulasi cokelat *matcha*. **Tujuan** dari penelitian ini ialah mendapatkan perbandingan optimal antara *matcha* dan susu skim pada produk cokelat *matcha* yang ditentukan berdasarkan uji sensori, sementara itu karakteristik fisik dan kimia cokelat *matcha* dari formulasi terbaik juga dianalisis. **Metode** yang digunakan pada penelitian ini adalah optimasi formula menggunakan *Simplex Lattice Design* dengan faktor konsentrasi *matcha* (*range*: 2-6%) dan susu skim (*range*: 9-13%). Cokelat dibuat menggunakan susu skim dan *matcha* komersial dan formula cokelat putih sebagai campuran dasar. Formulasi terbaik yang didapatkan kemudian dianalisis sifat fisik dan kimianya. **Hasil** dari penelitian ini yaitu diperoleh rasio persentase antara *matcha* dan susu skim yang terdiri dari delapan kombinasi yaitu F1 2:13, F2 3:12, F3 4:11, F4 2:13, F5 5:10, F6 6:9, F7 4:11 dan F8 6:9. Analisis sensori pada setiap perlakuan menunjukkan hasil yang tidak signifikan terhadap atribut warna dan aroma, sementara hasil yang signifikan diperoleh pada atribut tekstur, rasa dan *aftertaste* dari cokelat *matcha*. Hasil optimasi yang diperoleh adalah 3,65% *matcha* dan 11,34% susu skim dengan nilai *diserability* 0,700. Hasil analisis atribut fisik dan kimia adalah kadar lemak yaitu 37,49%, titik leleh 33,6°C, *fat blooming* pada hari ke-18 dan aktivitas antioksidan IC<sub>50</sub> 489,03 ppm. **Kesimpulan** dari penelitian ini adalah hasil optimasi perbandingan terbaik antara *matcha* dan susu skim pada produk cokelat *matcha* berdasarkan kriteria uji sensori yang paling disukai adalah 3,65% *matcha* dan 11,34% susu skim dengan nilai *diserability* 0,700. Hasil analisis sifat fisik dan kimia dari cokelat *matcha* dengan formulasi terbaik adalah kadar lemak 37,66%; titik leleh 33,6°C, adanya *fat bloom* pada penyimpanan hari ke-18 (Suhu 28-32°C), dan aktivitas antioksidan IC<sub>50</sub> 489,03 ppm (sangat lemah).

Kata kunci: Cokelat, formulasi, *matcha*, SLD, susu skim.

## ABSTRACT

AZZAHRA NABILAH (NIM. G031191042). OPTIMIZING THE RATIO OF POWDERED GREEN TEA AND SKIM MILK USING SLD (SIMPLEX LATTICE DESIGN) METHOD IN CHOCOLATE *MATCHA* FORMULATION. Supervised by ABU BAKAR TAWALI and FEBRUADI BASTIAN.

**Background** Japanese green tea powder (*matcha*) has been known as the most aromatic green tea and contains high antioxidant activity. *Matcha* has been added to various products, including chocolate, but the formulation of chocolate *matcha* requires precision due to *matcha*'s bitter sensation. Introducing of skim milk variation offers a means to achieve a harmonious formulation. Consequently, applying the Simplex Lattice Design methodology for optimizing the milk ratio in chocolate *matcha* formulations presents a promising solution for product and mixture formulation. **The primary objective** of this research was to obtain the optimal ratio of *matcha* and skim milk in chocolate *matcha* products based on sensory evaluation while concurrently analyzing the best formula's physical and chemical attributes. **Methods:** This study utilized formula optimization through the Simplex Lattice Design, with variables of *matcha* concentration (range: 2-6%) and skim milk concentration (range: 9-13%). The optimized formula result is used to make chocolate using *matcha* and commercial skim milk as raw materials, and white chocolate ingredients as based formula. The final product was carefully examined for its physical and chemical properties. **Result** of this research was the percentage ratio between *matcha* and skim milk, consisting of eight combinations that are F1 2:13, F2 3:12, F3 4:11, F4 2:13, F5 5:10, F6 6:9, F7 4:11, and F8 6:9. Sensory analysis demonstrated there no significance value to color and aroma attributes across the treatments, while the significant results were related to texture, taste, and aftertaste of *chocolate matcha*. As determined through optimization, the optimal ratio was 3.65% *matcha* and 11.34% skim milk, with a desirability value of 0.700. Analysis of the physical and chemical attributes showed fat content of 37.49%, a melting point of 33.6°C, *fat blooming* occurring after 18 days of storage, and an antioxidant activity with an IC<sub>50</sub> value is 489,03 ppm. **Conclusion:** the research concluded that the optimal *matcha* and skim milk ratio for chocolate *matcha* products based on preferred sensory attributes was 3.65% *matcha* and 11.34% skim milk, with a desirability value of 0.700. Also, the analysis of physical and chemical attributes reveals a fat content of 37.66%, a melting point of 33.6°C, *fat blooming* occurring on the 18th day of storage (28-32°C), and a relatively weak antioxidant activity with an IC<sub>50</sub> value of 489,03 ppm.

**Keywords:** Chocolate, formulation, *matcha*, SLD, skim milk.

## PERSANTUNAN

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhabahu Wa ta'ala atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat merampungkan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian (S.TP) pada program strata satu (S1) program studi Ilmu dan Teknologi Pangan dengan judul tugas akhir yaitu “Optimasi Perbandingan *Matcha* dan Susu Skim Menggunakan Metode SLD (*Simplex Lattice Design*) Dalam Formulasi Cokelat *Matcha*”.

Teristimewa penulis ucapkan terima kasih kepada kedua orang tua (mama dan papa) yang senantiasa mengharapkan keberhasilan penulis, menyanggah dan mendukung segala keinginan dan cita-cita penulis.

Melalui kesempatan yang berharga ini, penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Abu Bakar Tawali dan Bapak Dr. Februadi Bastian, S.TP., M.Si selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan bimbingan, arahan, saran, serta motivasi kepada penulis sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.
2. Bapak Prof. Ir. Andi Dirpan, S.TP, M.Si, PhD dan Ibu Dr. Ir. Andi Hasizah, M.Si selaku dosen penguji yang selalu memberikan arahan, serta saran kepada penulis untuk perbaikan skripsi ini.
3. Bapak Prof. Suhardi, S.TP., MP selaku Ketua Departemen Teknologi Pertanian, Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin.
4. Bapak Dr. Februadi Bastian, S.TP., M.Si selaku Ketua Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin.
5. Bapak Bur dan Bapak Haikal serta seluruh staf Teaching Industry yang telah membantu memfasilitasi penelitian ini hingga selesai.
6. Segenap dosen dan staf akademik serta teknisi laboratorium yang telah membantu sejak awal penelitian hingga skripsi ini diselesaikan.
7. Saudara-Saudara penulis yang terkasih Nini, Anggi, Nuril serta Nenek Kakek di rumah yang selalu mendoakan dan senantiasa mendukung kelancaran, serta memberikan semangat di setiap momen.
8. Sahabat-sahabat penulis (Asia, Elok, Uswa Insan, Nisa) yang selama penelitian selalu mendampingi, membantu serta menjadi tempat berbagi keluh kesah dalam setiap keadaan.
9. Teman-teman mahasiswa ITP 2019 yang selalu memberikan dukungan dan semangat kepada penulis mulai dari awal perkuliahan hingga menyelesaikan studi.

Penulis mohon maaf atas segala kekurangan yang terdapat dalam karya tulis ilmiah ini. Semoga dapat memberikan banyak manfaat bagi kita semua. Amin Ya Rabbal Alamin.

Makassar, 2023

Azzahra Nabilah

## RIWAYAT HIDUP



Azzahra Nabilah lahir di Polewali Mandar pada Tanggal 09 Juli 2000. Merupakan anak pertama dari empat bersaudara dari pasangan Arham dan Nurhidayah. Pendidikan formal yang pernah penulis jalani:

1. MIN 1 Polewali Mandar (2007-2013)
2. SMPN 3 Majene (2013-2016)
3. SMAN 1 Majene (2016-2019)

Pada tahun 2019 penulis diterima di Perguruan Tinggi Universitas Hasanuddin melalui Jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) Program Strata Satu (S1) dan tercatat sebagai mahasiswa Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makasar. Selama menempuh pendidikan di jenjang S1, penulis mendapatkan beasiswa Bidikmisi dari Kemendikbud. Selain itu, penulis pernah melaksanakan kegiatan magang di salah satu instansi di Kota Makassar yaitu Badan Pengujian dan Sertifikasi Mutu Barang, Dinas Perdagangan Sulawesi Selatan pada tahun 2023. Penulis juga berkesempatan mengikuti kegiatan pertukaran mahasiswa di Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan.



## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN .....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
PERSANTUNAN .....	vii
RIWAYAT HIDUP .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
I. PENDAHULUAN .....	1
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Rumusan Masalah .....	2
I.3 Tujuan Penelitian .....	3
I.4 Manfaat Penelitian.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	4
II.1 Kakao ( <i>Theobroma kakao L.</i> ).....	4
II.2 Biji Kakao .....	4
II.3 Cokelat .....	5
II.4 Cokelat Putih ( <i>White Chocolate</i> ) .....	6
II.5 <i>Matcha</i> .....	8
II.6 Susu Skim Bubuk.....	9
II.7 <i>Simplex Lattice Design</i> .....	9
III. METODE PENELITIAN .....	11
III.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	11
III.2 Alat dan Bahan .....	11
III.3 Desain Penelitian.....	11
III.4 Prosedur Penelitian.....	12
III.4.1 Pembuatan Cokelat putih dengan Penambahan <i>Matcha</i> (Genc Polat <i>et al.</i> , 2020).....	12
III.4.2 Parameter Pengujian .....	13

III.4.2.1 Pengujian Organoleptik (Ikrawan, 2019) .....	13
III.4.2.2 Pengujian Kadar Lemak (Batara, 2023) .....	13
III.4.2.3 Pengujian <i>Fat blooming</i> (Deliana <i>et al.</i> , 2014) .....	13
III.4.2.4 Pengujian Titik Leleh (Fadilah <i>et al.</i> , 2022).....	13
III.4.2.5 Pengujian Aktivitas Antioksidan (Jusmiati <i>et al.</i> , 2015).....	14
III.5 Analisis Data .....	14
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	15
IV.1 Hasil Analisis Sensori Cokelat <i>Matcha</i> .....	15
IV.1.1 Warna .....	15
IV.1.2 Aroma.....	16
IV.1.3 Tekstur.....	17
IV.1.4 Rasa .....	18
IV.1.5 <i>Aftertaste</i> .....	20
IV.2 Optimasi Formula Terbaik .....	22
IV.2.1 Optimasi menggunakan <i>Simplex Lattice Design</i> .....	22
IV.2.2 Validasi Hasil Optimasi.....	22
IV.3 Karakteristik Fisik dan Kimia Cokelat <i>Matcha</i> .....	23
IV.3.1 Kadar Lemak .....	23
IV.3.2 Titik Leleh .....	24
IV.3.3 <i>Fat blooming</i> .....	25
IV.3.4 Aktivitas Antioksidan.....	26
V. PENUTUP.....	28
V.1 Kesimpulan.....	28
V.2 Saran.....	28
DAFTAR PUSTAKA .....	29
LAMPIRAN.....	34

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Komposisi Kimia Biji Kakao Sebelum dan Setelah Fermentasi .....	5
Tabel 2. Syarat Mutu Cokelat Putih.....	7
Tabel 3. Refrensi Formula Cokelat Putih .....	8
Tabel 4. Formulasi Cokelat <i>Matcha</i> .....	12
Tabel 5. Perlakuan Kombinasi <i>Matcha</i> dan Susu Skim.....	12
Tabel 6. Pengaturan <i>Importance</i> pada Optimasi Formulas terbaik.....	22
Tabel 7. Rekomendasi Formulasi Terbaik Hasil Optimasi .....	22
Tabel 8. Hasil Uji One-Sample T-test.....	23
Tabel 9. Karakteristik Fisik dan Kimia Cokelat <i>Matcha</i> .....	23

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Perbedaan Warna Cokelat Pada Berbagai Konsentrasi <i>Matcha</i> .....	15
Gambar 2. Grafik Korelasi Antara Faktor Terhadap Tingkat Kesukaan Warna .....	15
Gambar 3. Grafik Korelasi Antara Faktor Terhadap Tingkat Kesukaan Aroma.....	16
Gambar 4. Grafik korelasi antara faktor terhadap tingkat kesukaan tekstur cokelat.....	17
Gambar 5. Grafik korelasi antara faktor terhadap tingkat kesukaan rasa cokelat .....	19
Gambar 6. Grafik korelasi antara faktor terhadap tingkat kesukaan <i>aftertaste</i> cokelat.....	21
Gambar 7. Cokelat <i>Matcha</i> Hasil Formulasi Terbaik.....	23

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram Alir Penelitian.....	34
Lampiran 2. Dokumentasi Penelitian.....	35
Lampiran 3. Analisis data menggunakan SLD .....	38
Lampiran 4. Uji One-Sample T-Test SPSS 16.0 .....	40
Lampiran 5. Perhitungan Pengujian.....	42

## I. PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang

Cokelat telah menjadi produk olahan kakao yang paling populer dan sangat diminati oleh konsumen di seluruh dunia. Konsumsi cokelat telah mendapat perhatian secara global yang meningkat dalam beberapa tahun terakhir, termasuk di Indonesia. Hal tersebut dibuktikan dengan tingkat konsumsi cokelat tertinggi lebih dari 5kg/kapita/tahun yang didominasi oleh negara-negara Eropa. Berdasarkan (Abdoellah, 2021), urutannya adalah Swiss (8,8 kg/kapita/tahun), Austria (8,1 kg/kapita/tahun), Jerman (7,9kg/kapita/tahun), Inggris (7,6 kg/kapita/tahun), dan Swedia (6,6 kg/kapita/tahun). Sedangkan di Indonesia, konsumsi cokelat per kapita pada tahun 2017 sebesar 0,4 kg/tahun, dengan pertumbuhan sekitar 10%/tahun. Selain kecenderungan masyarakat Indonesia untuk mengonsumsi cokelat, produksi kakao juga sangat potensial. Beberapa daerah telah menghasilkan kakao sebagai bahan dasar cokelat dengan jumlah yang besar. Tercatat Pada tahun 2016 produksi biji kakao sebesar 658,4 ribu ton, naik menjadi 734,8 ribu ton pada tahun 2019 atau terjadi kenaikan 11,60 persen (Badan Pusat Statistik, 2020).

Adanya potensi besar terkait produksi dan konsumsi cokelat di Indonesia terus mendorong pengembangan produk cokelat. Namun, berbagai penelitian tentang cokelat juga menemukan beberapa efek buruk dari konsumsi cokelat, karena produk akhir cokelat banyak mengandung gula dan lemak (Goya *et al.*, 2022). Jenis cokelat yang saat ini dinilai kurang memberikan manfaat adalah cokelat putih, yang secara teknis tidak mengandung padatan kakao sebagai sumber senyawa bioaktif seperti antioksidan yang terdapat pada cokelat hitam dan cokelat susu. Hal tersebut telah mendorong adanya pengembangan cokelat putih sebagai makanan fungsional untuk meningkatkan kebermanfaatannya dengan menambahkan berbagai bahan lain. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk memperkaya coklat putih dengan bahan fungsional seperti penambahan daun kelor atau ekstrak pomegranate (Didar, 2020).

Salah satu bahan yang kaya akan senyawa bioaktif yang dapat ditambahkan dalam pembuatan cokelat putih adalah teh, baik teh hitam maupun teh hijau. Salah satu produk turunan dari teh adalah *matcha*. *Matcha* merupakan olahan tanaman teh (*Camellia sinensis*) dari varietas Tencha, yang diolah menjadi bubuk dengan perlakuan khusus. *Matcha* banyak diolah menjadi minuman dan dikonsumsi oleh masyarakat Asia Timur seperti Jepang. Metode pengolahan *matcha* telah diteliti mampu menghasilkan asam amino dan senyawa bioaktif dalam jumlah yang lebih tinggi, termasuk klorofil dan theanine, yang memberikan rasa unik, tidak pahit, dan karakteristik warna yang cerah, sehingga *matcha* dianggap sebagai teh hijau paling aromatik (Kochman *et al.*, 2020). *Matcha* juga mengandung antioksidan, terutama katekin. *Epigallocatechin-3-gallate* (EGCG). Komponen bioaktif tersebut memberikan manfaat kesehatan diantaranya adalah melindungi sel-sel dari kerusakan oksidatif, melindungi jantung, berperan sebagai anti-kanker, anti-obesitas, anti-kardiovaskular, anti-infeksi, anti-diabetes, efek anti-neurodegeneratif (Sivanesan *et al.*, 2021).

Berbagai penelitian tentang *matcha* telah dikembangkan, salah satunya dengan menambahkan *matcha* pada produk cokelat putih. Salah satu penelitiannya yang telah dilakukan adalah penelitian (Godočiková *et al.*, 2019), yang membahas tentang penambahan berbagai jenis bubuk daun teh pada pembuatan cokelat putih terhadap kandungan senyawa bioaktifnya. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa penambahan *matcha* pada cokelat putih dapat

meningkatkan kandungan total polifenol, flavonoid, dan asam fenolat lebih tinggi dibandingkan bubuk teh lainnya.

Selain meningkatkan senyawa bioaktif, *matcha* juga telah menjadi populer sebagai bahan tambahan pada berbagai produk (Mikołajczak dan Sobiechowska, 2019). Hal tersebut disebabkan karena *matcha* memberikan warna yang segar, aroma unik, dan rasa khas yang sedikit manis dan pahit (Luo *et al.*, 2022). Meskipun demikian, *matcha* memiliki cita rasa pahit yang membuat sebagian orang tidak terlalu menyukai *matcha*. Bahkan, penyajian *matcha* untuk dikonsumsi sebagai minuman paling banyak hanya 1,5 gram persajian karena terdapat citarasa yang pahit (Sakurai *et al.*, 2020). Oleh karena itu, pembuatan cokelat *matcha* memerlukan formulasi yang tepat. Bahan utama yang mempengaruhi profil rasa dari cokelat *matcha* adalah susu dan gula. Susu diketahui memberikan rasa manis, gurih dan *creamy* pada cokelat putih yang dihasilkan. Susu skim, adalah jenis susu yang telah dipisahkan kandungan lemaknya sehingga akan membuat gula susu dan kandungan protein akan mendominasi, dengan rasa *creamy* yang serupa dengan susu *full cream* (Song *et al.*, 2022). Susu skim telah banyak digunakan sebagai campuran cokelat putih. Susu skim dengan kandungan lemak yang minimal, telah banyak dikombinasikan dengan *matcha* pada berbagai prodduk terkait profil rasa yang ringan serta pemenuhan nutrisi penting. Mengkombinasikan susu skim dan *matcha* dalam pembuatan cokelat putih dapat dilakukan untuk mendapatkan rasa yang seimbang sehingga cokelat *matcha* dapat dinikmati oleh berbagai kalangan. Akan tetapi, diperlukan metode untuk membuat cokelat *matcha* dengan hasil yang optimal dan sesuai dengan yang diinginkan dengan cara yang seefisien mungkin.

Formulasi cokelat *matcha* merupakan sebuah proses kompleks yang memerlukan pendekatan ilmiah untuk mencapai hasil yang optimal. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk melakukan optimasi formula adalah *Simplex Lattice Design*. Hal ini disebabkan formulasi cokelat *matcha* melibatkan banyak variabel, seperti konsentrasi *matcha*, maupun konsentrasi susu skim. Dalam penelitian ilmiah, metode *Simplex Lattice Design* memungkinkan peneliti untuk meminimalkan atau memaksimalkan beberapa respons sekaligus, seperti rasa cokelat *matcha* yang diinginkan, tekstur cokelat, dan atau aroma. Metode ini memungkinkan para peneliti untuk menguji berbagai kombinasi bahan dan variabel dalam jumlah eksperimen yang terbatas. Hal ini mengurangi biaya dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan penelitian (Farabi *et al.*, 2023). Metode *Simplex Lattice Design* menyediakan pendekatan yang sistematis sehingga pengambilan keputusan berdasarkan bukti ilmiah sangat dimungkinkan.

Berdasarkan uraian di atas, penggunaan metode *Simplex Lattice Design* dilakukan untuk mengetahui efek campuran terhadap suatu parameter dalam formulasi cokelat *matcha* dalam upaya memastikan efisiensi dan kualitas produk, juga memberikan pendekatan ilmiah yang kuat dan sistematis dalam prosesnya. Oleh karena itu, penelitian mengenai optimasi pembuatan cokelat *matcha* ini perlu untuk dilakukan.

## **I.2 Rumusan Masalah**

Potensi serta aktivitas konsumsi produk cokelat yang tinggi telah membuat penelitian mengenai produk cokelat berkembang sangat pesat. Beberapa diantaranya adalah dengan menambahkan berbagai bahan lain yang dapat meningkatkan variasi dari cokelat, termasuk pada produk cokelat putih untuk meningkatkan manfaat fungsionalnya. Salah satu bahan yang memenuhi hal tersebut adalah bubuk teh hijau Jepang atau *matcha*. *Matcha* telah diteliti dalam

pembuatan cokelat, namun diperlukan kombinasi antara *matcha* dengan bahan lain yang dapat menyeimbangkan rasa pahit yang kuat dari *matcha*. Salah satu bahan yang dapat dikombinasikan dengan *matcha* dalam pembuatan cokelat adalah susu skim. Terkait dengan hal tersebut, diyakini bahwa penerapan metode *Simplex Lattice Design* untuk mendapatkan perbandingan *matcha* dan susu skim yang optimal dalam formulasi cokelat *matcha* dapat menjadi solusi yang menguntungkan.

### **I.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mendapatkan perbandingan terbaik *matcha* dan susu skim pada produk cokelat putih berdasarkan uji sensori.
2. Untuk menganalisis beberapa karakteristik fisik dan kimia cokelat *matcha* dari formulasi terbaik yang dihasilkan.

### **I.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Diharapkan dengan adanya penelitian ini, maka dapat mengembangkan variasi atau diversifikasi produk cokelat putih, sekaligus membantu dalam meningkatkan kualitas produk cokelat *matcha* dengan optimasi menggunakan metode *Simplex Lattice Design*.
2. Mengembangkan pangan yang dapat memberikan manfaat fungsional dengan *matcha* sebagai sumber senyawa bioaktif.
3. Penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi sumber informasi bagi penerapan metode optimasi serupa dalam rangka pengembangan produk pangan yang lebih efisien, terutama untuk praktik industri yang lebih luas.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### II.1 Kakao (*Theobroma cacao* L.)

Kakao merupakan tanaman yang berasal dari Amerika Selatan yang juga banyak ditanam di berbagai kawasan tropis. Ciri khas dari tanaman kakao adalah memiliki batang berkayu dengan tinggi tanaman di kebun pada umur 3 tahun berkisar 1,8-3 m dan pada umur 12 tahun mencapai 4,5-7 meter, sedangkan kakao yang tumbuh liar ketinggiannya dapat mencapai 20 meter (Farhanandi dan Indah, 2022). Tanaman kakao menghasilkan buah yang terdiri dari 3 komponen utama, yaitu kulit buah, plasenta dan biji. Komponen terbesar dari buah kakao adalah kulit buah (lebih dari 70% dari bobot buah masak). Sementara itu, persentase biji kakao dalam buah antara 27- 29%. Kakao termasuk tanaman perkebunan dengan famili Sterculiaceae. Berdasarkan Sari (2019), Klasifikasi tanaman kakao menurut Cronquist (2008) adalah:

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i>
Ordo	: <i>Malvales</i>
Familia	: <i>Sterculiaceae</i>
Genus	: <i>Thebroma</i>
Spesies	: <i>Thebroma cacao</i> L.

Indonesia adalah satu dari tiga negara pembudidaya Kakao di dunia atau setelah Ivory-Coast dan Ghana dengan nilai produksi mencapai 1.315.800 ton/tahun (Farhanandi dan Indah, 2022). Selain itu, laju perkembangan lahan perkebunan kakao meningkat sekitar 8% per tahun selama kurun waktu lima tahun terakhir yang didominasi 90% perkebunan rakyat. Kakao yang dibudidayakan sebagian besar dikembangkan untuk diambil buahnya. Bagian buah yang dimanfaatkan yaitu kulit buah, pulp, dan biji kakao. Beberapa daerah di Indonesia dikenal menjadi penghasil kakao. Sulawesi Selatan termasuk salah satu produsen kakao yang unggul di Indonesia. Jumlah produksi 152.972 ton kakao pada tahun 2016. Produksi berasal dari 240.073 ha lahan yang tersebar di 22 kabupaten/kota (Bahtiar *et al.*, 2021).

Jenis kakao di Indonesia yang umumnya dibudidayakan terdiri dari tiga kultivar, yaitu Criollo, Forastero, dan Trinitario. Criollo adapat disebut juga kakao mulia yang menghasilkan biji berkualitas tinggi, memiliki rasa khas tidak pahit, kulit buah kasar, alur jelas, dan ujung buah melengkung, namun sayangnya mudah terserang hama. Forastero atau Kakao lindak menghasilkan biji berkualitas sedang, namun pertumbuhan yang kuat, cepat berbuah, dan tahan hama. Ciri khas kakao lindak ialah lebih kecil dan pipih dengan endosperm ungu. Sedangkan Trinitario adalah kultivar persilangan Forastero dan Criollo (Farhanandi dan Indah, 2022).

### II.2 Biji Kakao

Salah satu bagian yang paling banyak dimanfaatkan dari tanaman kakao adalah bijinya. Biji kakao memiliki nilai meskipun hanya dijual sebagai biji. Selain itu, biji kakao juga banyak diolah menjadi produk pangan seperti bubuk cokelat, pasta cokelat dan lemak cokelat serta diversifikasi produk olahan seperti susu cokelat, minuman, cokelat isi dengan berbagai varian rasa serta es krim (Rahim *et al.*, 2020). Biji kakao dapat ditingkatkan kualitasnya dengan cara fermentasi. Fermentasi biji kakao dilakukan menggunakan kotak fermentor yang dilengkapi lubang pada setiap sisi fermentor untuk aerasi, yang membutuhkan waktu kurang lebih 5-8 hari. Biji kakao yang telah difermentasi dapat diolah menjadi berbagai produk.

Biji kakao pada dasarnya tersusun dalam lima baris yang letaknya berada di sekeliling poros buah. Jumlah biji kakao bervariasi antara 20-50 butir. Biji kakao tersusun oleh dua kotiledon yang saling melipat dan bagian pangkalnya menempel pada poros lembaga. Biji kakao diselubungi oleh daging buah (*pulp*) yang berwarna putih, manis dan sedikit asam. *Pulp* pada biji kakao akan hilang selama proses fermentasi. Adapun kandungan kimia pada biji kakao segar dan setelah fermentasi dapat dilihat pada Tabel 1. Komposisi Kimia Biji Kakao Sebelum dan Setelah Fermentasi

Tabel 1. Komposisi Kimia Biji Kakao Sebelum dan Setelah Fermentasi

Pengolahan Biji Kakao	Kadar air (%)	Kadar abu (%)	Kadar lemak (%)	Kadar protein (%)	Kadar Gula reduksi (%)
Biji kakao segar	31,48	4,08	25,35	10	0,75
Biji kakao setelah fermentasi	12,00	3,70	51,59	12,94	0,88

Sumber: (Hermani dan Haliza, 2013)

Kandungan biji kakao yang kaya akan lemak memiliki potensi yang besar untuk dimanfaatkan. Lemak kakao yang baik mengandung sekitar 98% trigliserida, 1,75% asam lemak bebas, 0,3-0,5% digliserida, 0,1% monogliserida, 0,2% sterol, 0,05- 0,13% fosfolipid dan sejumlah kecil tokoferol. Susunan simetrik trigliserida pada lemak kakao memegang peran dalam menentukan sifat fisik seperti karakteristik pencairan dan kristalisasi pada lemak kakao atau produk turunannya (Ahvanderi, 2013). Produk utama dari pengolahan biji kakao adalah pasta kakao, bubuk kakao dan lemak kakao.

### II.3 Cokelat

Cokelat merupakan produk pangan olahan yang terdiri dari kombinasi pasta cokelat atau cokelat liquid, gula, lemak Kakao dan berbagai jenis bahan tambahan. Terdapat beberapa jenis produk cokelat yaitu cokelat hitam atau *dark chocolate*, cokelat susu atau *milk chocolate* dan cokelat putih atau *white chocolate*. Cokelat pahit dibuat dari pasta Kakao dengan penambahan sedikit gula, sedangkan cokelat susu dibuat dari campuran pasta Kakao, lemak kakao, gula dan susu bubuk dalam jumlah tertentu. Sedangkan cokelat putih dibuat dari campuran lemak kakao, gula dan susu bubuk (Sudiby, 2012).

Secara sistematis, Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia telah mengklasifikasikan produk cokelat berdasarkan Kategori Pangan 05.1.4 Produk Kakao dan Cokelat, yaitu:

1) Cokelat hitam (*dark chocolate, semisweet chocolate, bittersweet chocolate*)

Cokelat hitam, diperhitungkan dalam kondisi tanpa kandungan air, mengandung tidak kurang dari 35% padatan kakao, tidak kurang dari 18% lemak kakao, dan tidak kurang dari 14% padatan kakao tanpa lemak.

2) Cokelat hitam manis (*sweet chocolate*)

Cokelat hitam manis, diperhitungkan dalam kondisi tanpa kandungan air, mengandung tidak kurang dari 30% padatan kakao, tidak kurang dari 18% lemak kakao, dan tidak kurang dari 12% padatan kakao tanpa lemak.

3) Cokelat hitam kovertur (*dark chocolate couverture*)

Cokelat hitam kovertur, diperhitungkan dalam kondisi tanpa kandungan air, mengandung tidak kurang dari 35% padatan kakao, tidak kurang dari 31% lemak kakao, dan tidak kurang dari 2,5% padatan kakao tanpa lemak.

4) Cokelat susu (*milk chocolate*)

Cokelat susu, diperhitungkan dalam kondisi tanpa kandungan air, mengandung tidak kurang dari 25% padatan kakao, tidak kurang dari 2,5% padatan kakao tanpa lemak, dan tidak kurang dari 12% padatan susu.

5) Cokelat susu kovertur (*milk chocolate couverture*)

Cokelat susu kovertur, diperhitungkan dalam kondisi tanpa kandungan air, mengandung tidak kurang dari 25% padatan kakao, tidak kurang dari 15% lemak kakao, tidak kurang dari 2,5% padatan kakao tanpa lemak, tidak kurang dari 12% padatan susu, dan tidak kurang dari 31% total lemak.

6) Cokelat putih (*white chocolate*)

Cokelat putih, diperhitungkan dalam kondisi tanpa kandungan air, mengandung tidak kurang dari 20% lemak kakao, dan tidak kurang dari 14% padatan susu.

7) Cokelat putih kovertur (*white chocolate couverture*)

Cokelat putih kovertur, diperhitungkan dalam kondisi tanpa kandungan air, mengandung tidak kurang dari 20% lemak kakao, tidak kurang dari 14% padatan susu dan tidak kurang dari 25% total lemak.

Proses pembuatan cokelat pada dasarnya meliputi pencampuran bahan (*mixing*), *conching*, *tempering*, lalu pencetakan dan pendinginan. Tahapan yang paling penting dalam pembuatan cokelat adalah *tempering* dan *conching*. *Conching* merupakan tahapan penting yang menentukan mutu dalam proses pembuatan cokelat (Rifqi, 2021). Mutu cokelat yang baik telah diatur dalam SNI yaitu SNI 7934-2014-Cokelat dan Produk Cokelat.

#### II.4 Cokelat Putih (*White Chocolate*)

*White chocolate* atau cokelat putih merupakan cokelat dengan komposisi yang hampir sama dengan jenis cokelat hitam maupun cokelat susu, namun tidak mengandung padatan kakao melainkan hanya lemak kakao (*cocoa butter*) dengan penambahan gula dan susu bubuk. Cokelat putih pada umumnya mengandung sebanyak 20% lemak cokelat, 14% susu, sekitar 55% gula dan bahan tambahan lainnya (Ikrawan, 2019). Cokelat putih banyak digunakan sebagai bahan baku permen cokelat warna ataupun bahan penghias kue. Selain itu, dalam pengembangan produk cokelat batang dengan berbagai varian, cokelat putih umumnya digunakan sebagai formula dasar. Cokelat putih yang pada dasarnya adalah campuran lemak dan gula, secara kimia mengandung komposisi yang terdiri dari lemak sebanyak 33 g/100 g, dengan total lemak jenuh adalah 20,2 gram. Secara rinci, kandungan gizi cokelat putih dalam 100 gram menurut Simeone *et al.*, (2018) adalah 33% lemak; 61,5% karbohidrat total; 0,5% serat; 4,7% protein dan 0,2% garam.

Cokelat telah dikenal dengan manfaat bioaktifnya yang tinggi, karena menandung antioksidan yang dapat menangkal radikal bebas. Namun, cokelat putih yang tidak mengandung padatan kakao dianggap kurang memiliki manfaat fungsional dibandingkan dengan jenis cokelat yang lainnya (Didar, 2021). Saat ini berbagai penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan potensi manfaat cokelat putih bagi kesehatan. Diantaranya dilakukan untuk memperkaya cokelat putih dengan bahan fungsional yang berasal dari tumbuhan.

Misalnya, ekstrak buah seperti pomegranate, atau daun seperti daun teh serta daun kelor sebagai tambahan dalam komposisi cokelat putih. Berdasarkan penelitian Yahtatasa (2022), bahan penyusun yang digunakan dalam pembuatan cokelat putih adalah:

1) Lemak kakao

Lemak kakao adalah lemak yang diperoleh dari biji kakao (*nib*) yang difermentasi atau tidak difermentasi. Lemak kakao mempunyai peran penting yang menentukan tekstur cokelat yang mudah patah pada suhu ruang tetapi *creamy* dan lunak di dalam mulut.

2) Gula

Penambahan gula pada pembuatan cokelat dapat memberikan rasa manis serta warna lebih gelap karena adanya reaksi Maillard yang terjadi saat proses pemanasan pada pengolahan cokelat.

3) Susu bubuk

susu krim (*full cream*) adalah susu segar yang kaya akan lemak, sedangkan susu skim adalah susu yang lemaknya telah dipisahkan. Lemak susu yang digunakan dalam pembuatan cokelat putih berperan dalam menghasilkan tekstur, meningkatkan citarasa, dan memberikan karakteristik cokelat yang lebih lembut.

4) Lesitin

Lesitin merupakan emulsifier yang digunakan dalam pembuatan cokelat yang berfungsi mengurangi kekentalan cokelat atau dapat menjaga kestabilan bahan padatan sehingga terikat pada lemak kakao.

5) Vanili

Vanili merupakan tanaman rempah yang ditambahkan dengan tujuan untuk memberikan rasa krim, menyeimbangkan rasa manis serta meredakan rasa asam atau pahit.

Dengan bahan yang dapat terus dikembangkan, saat ini banyak produk cokelat putih yang ditambahkan bahan lain sebagai bentuk diversifikasi maupun untuk meningkatkan mutunya. Adapun secara rinci syarat mutu cokelat putih berdasarkan SNI dapat dilihat pada pada Tabel 2. Syarat Mutu Cokelat Putih

Tabel 2. Syarat Mutu Cokelat Putih

No	Kriteria Uji	Satuan	Cokelat Putih	Cokelat Putih Kovertur
1	Keadaan			
1.1	Bau	-	Khas, normal	Khas, normal
1.2	Rasa	-	Khas, normal	Khas, normal
1.3	Warna	-	Khas, normal	Khas, normal
2	Lemak kakao (b/b)	%	≥ 20	≥ 20
3	Padatan Kakao tanpa lemak (b/b)	%	-	-
4	Total padatan kakao (b/b)	%	-	-
5	Total padatan susu (b/b)	%	≥ 14	c
6	Total lemak	%	-	≥ 25
7	Cemaran logam			
7.1	Timbal	mg/kg	Maks 1	Maks 1
7.2	Cadmium	mg/kg	Maks 0,5	Maks 0,5
7.3	Timah	mg/kg	Maks 40,0	Maks 40,0
7.4	Merkuri	mg/kg	Maks 0,03	Maks 0,03

Sumber: Badan Standarisasi Nasional, 2014

Pengembangan produk cokelat putih telah menghasilkan berbagai produk dengan formulasi yang berbeda. Adapun beberapa formulasi cokelat putih sebagai bahan dasar cokelat yang dijadikan acuan pada penelitian ini adalah:

Tabel 3. Refrensi Formula Cokelat Putih

jurnal	bahan (%)								total
	bubuk kakao	Pasta kakao	lemak kakao	gula halus	susu <i>full cream</i>	susu skim	lesitin	vanili	
Aydin 2021	-	-	30	44,5	15	10	0,4	0,1	100
D. Zidar 2021	-	-	35	50	14,58		0,4	0,02	100
Polat 2020	-	-	30	42	15	12,6	0,3	0,1	100
Teresa 2016	-	-	28	46,5	14	11	0,4	0,1	100

## II.5 *Matcha*

*Matcha* adalah salah satu produk olahan dari tanaman teh (*Camellia sinensis*), berupa teh hijau yang dibudidayakan dengan perlakuan khusus dan dihaluskan tanpa proses fermentasi. *Matcha* dihasilkan dari metode khusus yang dikembangkan di Jepang. *Matcha* memiliki penampakan visual yaitu warna hijau pekat yang khas, disebabkan adanya proporsi klorofil a dan b dalam teh *Matcha* berkisar antara 62 hingga 81%, lebih tinggi dibandingkan dengan teh hijau lainnya yang umumnya berkisar antara 55 hingga 30%. Profil khas ini penting karena klorofil dan klorofilida berperan dalam menentukan karakteristik teh tertentu, seperti warna hijau dari hasil seduhan dan rasa rumput yang khas pada teh (Herrera *et al.*, 2022). Sementara itu, profil rasa *matcha* yang membuatnya menjadi jenis teh populer ialah terdapat rasa segar, dengan aroma sangrai yang ringan dan manis (aroma seperti rumput laut), serta sedikit rasa rumput (Luo *et al.*, 2022). *Matcha* juga dikenal memiliki rasa yang pahit dari kandungan kafein namun agak manis, karena kandungan theanine, serta rasa sepat yang berasal dari senyawa katekin (Zhang *et al.*, 2020; Zou *et al.*, 2018). Menurut metode tradisional, selama paruh masa pertumbuhan, tanaman teh ditutup menggunakan tikar bambu untuk menaungi daun dari sinar matahari langsung yang berlebihan. Selama proses ini, tumbuhan mampu menghasilkan jumlah asam amino dan senyawa bioaktif, yang terbagi menjadi tiga kelompok besar yang masing-masing mempunyai manfaat bagi kesehatan, diantaranya adalah polifenol, kafein dan essential oil (Dewi, 2022). Klorofil dan theanine akan terbentuk selama proses budidaya, berperan menghasilkan rasa unik, tidak pahit, dan warna hijau pekat khas *matcha* (Kochman *et al.*, 2020). Secara tradisional, *matcha* dibuat dari pucuk muda rumpun teh yang setelah panen, pucuk diolah menjadi bubuk hijau dengan serangkaian pengolahan meliputi pengukusan, pengeringan, pencabutan batang, pelepah dan vena, kemudian digiling dengan penggilingan batu (Kolá *et al.*, 2019). Beberapa metode yang dapat digunakan adalah menggunakan *jet milling* dan *ball milling* untuk memproduksi *matcha* secara modern (Prawira Atmaja *et al.*, 2018).

*Matcha* sangat kaya akan antioksidan, terutama katekin. *Epigallocatechin-3-gallate* (EGCG) adalah komponen utama polifenol dalam *matcha*, senyawa tersebut bersifat

antioksidan karena memiliki gugus *phenolic hydroxyl groups* yang bereaksi dengan oksigen reaktif dan nitrogen reaktif dalam reaksi terminasi, sehingga memutus siklus pembentukan radikal baru (Bernatoniene & Kopustinskiene, 2018). Selain itu, *matcha* juga mengandung konsentrasi tinggi asam amino seperti L-theanine yaitu asam amino yang memiliki efek menenangkan pikiran tanpa rasa kantuk. Selain itu, terdapat kandungan L-arginine, serta senyawa bioaktif Quercetin dan Rutin. Berbagai senyawa tersebut memberikan manfaat kesehatan diantaranya adalah sebagai antioksidan, anti-kanker, anti-obesitas, anti-kardiovaskular, anti-infeksi, anti-diabetes, efek anti-neurodegeneratif (Sivanesan *et al.*, 2021).

Penelitian Godočíková *et al.*, (2019) telah mengungkapkan bahwa *matcha* dapat meningkatkan kandungan senyawa bioaktif dari produk cokelat putih, sekaligus meningkatkan variasi rasa pada produk dibandingkan dengan jenis teh yang lain seperti teh hitam dan teh hijau Derjeeling. Mutu bubuk teh hijau yang baik diatur dalam SNI 01-4453-1998 Teh hijau bubuk yaitu mengandung kadar air maksimal 8%, total abu 8%, abu larut air inimal 45%, abu tak larut asa maksimal 1%, abu alkalinitas 1-3% dan serat kasar maksimal 16,5%.

## II.6 Susu Skim Bubuk

Susu skim merupakan bagian dari susu yang tertinggal setelah krim dipisahkan dan menyisakan sedikit dari kadar lemaknya saja. Susu kemudian diproses sedemikian rupa sehingga sehingga akan menjadi bentuk bubuk dengan kandungan protein sekitar 34,11%; kadar lemak 1,33% dan kadar air 3,19% (Astuti *et al.*, 2021). Susu jenis ini kemudian dikenal sebagai susu skim bubuk atau *skim milk powder*. Penggunaan susu skim bubuk dalam pembuatan cokelat putih telah banyak dilakukan sebelumnya. Hal ini berkaitan dengan jenis cokelat putih yang tidak mengandung padatan kakao, tetapi fokus pada susu dan lemak kakao.

Beberapa fungsi dari susu skim yaitu dapat berperan sebagai pengisi dan pengemulsi karena mengandung kasein, serta membantu mencegah kristalisasi gula yang tidak diinginkan sehingga menghasilkan tekstur yang lembut. Selain itu, Meskipun cokelat putih tidak mengandung kakao padat seperti cokelat hitam, susu skim dapat memberikan rasa susu yang lezat dan kaya pada produk akhir. Ini berkontribusi pada profil rasa yang diinginkan pada cokelat putih. Hal ini sejalan dengan kandungan gula laktosa dan protein pada susu skim, yang menyebabkan terjadinya reaksi maillard dan memperkaya profil rasa pada cokelat putih (Barišić *et al.*, 2019). Susu bubuk skim merupakan susu yang dibuat dengan memisahkan lemak sehingga kandungan lemaknya tidak lebih dari 1,5% serta kadar air yang tidak lebih dari 5% (Rahmawati dan Dewi, 2019). Kandungan lemak dari susu skim yang rendah membantu mengendalikan kadar lemak dalam cokelat putih. Hal tersebut berperan menjaga stabilitas tekstur *white chocolate*, terutama dalam hal pencegahan separasi dan kristalisasi yang tidak diinginkan.

## II.7 Simplex Lattice Design

*Simplex Lattice Design* (SLD) merupakan bagian dari metode *mixture design* dalam optimasi suatu formula, yang menggabungkan desain experimental dan analisis statistik dalam menentukan formula optimum. Ciri khas dari metode ini adalah SLD memerlukan rumus formulasi yang seimbang, yang dapat terdiri dari dua atau lebih variabel (Kusuma, 2018). Selain itu, SLD juga mensyaratkan tidak ada satu variabel yang lebih menonjol secara proporsional dibandingkan variabel lainnya. Metode optimasi ini dapat diaplikasikan dalam pengembangan produk farmasi atau produk lain yang memerlukan formulasi. Pendekatan ini

banyak digunakan karena telah dirancang khusus sesuai untuk campuran bahan, sehingga sesuai untuk penelitian yang ingin mengetahui profil efek campuran terhadap satu atau berbagai parameter. Metode ini dapat menentukan dengan tepat formula optimum dengan berdasarkan perhitungan matematis menggunakan jumlah percobaan yang lebih sedikit (Hajrin *et al.*, 2021).

Produk pangan merupakan salah satu produk yang memerlukan optimasi dalam formulasinya. Optimasi formula produk pangan bertujuan untuk meningkatkan kualitas dalam berbagai aspek seperti rasa, tekstur, keamanan pangan, dan efisiensi produksi. Dengan menggunakan metode *Simplex Lattice Design*, eksplorasi variasi komposisi bahan-bahan dalam formulasi dapat dilakukan secara sistematis. Keunggulan utama dari penerapan *Simplex Lattice Design* adalah efisiensi waktu dan sumber daya. Penggunaan SLD akan lebih memudahkan dalam mengoptimalkan variabel dan menentukan formula optimum dengan menggunakan jumlah percobaan yang sedikit sehingga dapat mengurangi penggunaan bahan. Keunggulan metode ini juga cepat dan praktis karena dapat menghindarkan penentuan formula secara coba-coba (*trial and error*) (Farabi *et al.*, 2023). Berdasarkan keunggulan tersebut, saran utama dari penerapan optimasi menggunakan metode SLD yaitu untuk mencapai hasil yang optimal sesuai dengan parameter yang ditetapkan, seperti peningkatan atribut sensori, perpanjangan masa simpan, atau pengurangan biaya produksi. Tahapan pelaksanaan optimasi menggunakan metode ini meliputi: (1) perancangan, yaitu pemilihan faktor/komponen dan respon; (2) analisis model respon, yaitu tahap untuk menentukan model matematik dari respon serta pembuatan grafik data; (3) Optimasi, yaitu penentuan kriteria respon sekaligus penentuan nilai optimum; serta (4) verifikasi, yang bertujuan untuk pengujian nilai prediksi dan nilai riil. analisis model respon, Salah satu penelitian terdahulu mengenai penerapan *Simplex Lattice Design* pada pengembangan produk coklat adalah penelitian Rad dan Pirouzian (2021), mengenai optimasi formula coklat bebas sukrosa dengan faktor penelitian yaitu konsentrasi Malitol, Xylitol dan Glukto-Oligosakarida (GOS).