

## OPTIMASI *GUMMY CHEW* MENGANDUNG INFUSA BUNGA TELANG (*Clitoria ternatea* L.) MENGGUNAKAN *RESPONSE SURFACE METHODOLOGY*

Camelia Dwi Putri Masrijal<sup>1\*</sup>, Nurdwiana Fatikasari<sup>1</sup>, Ikhsan<sup>1</sup>, Suci Rahmawati<sup>1</sup>, Oky Hermansyah<sup>1</sup>, Rose Intan Permasari<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi D3 Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Bengkulu

cameliamasrijal@gmail.com, fatikasari@gmail.com, ikhsan@unib.ac.id, srahmawati@unib.ac.id, Oky.hermansyah@unib.ac.id, roseintan@unib.ac.id

### ABSTRAK

Bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) merupakan bahan alami yang mengandung berbagai senyawa bioaktif dan berpotensi dikembangkan dalam bentuk sediaan yang lebih mudah diterima anak. Salah satu bentuk sediaan yang sesuai adalah *gummy chew*, yang memiliki tekstur kenyal dan mudah dikonsumsi. Penelitian ini bertujuan untuk memformulasi dan mengoptimasi sediaan *gummy chew* berbasis gelatin yang mengandung infusa bunga telang menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM). Infusa bunga telang dibuat dengan metode infundasi air dan diformulasikan ke dalam sistem *gummy*. Desain *Box-Behnken* tiga faktor digunakan untuk mengevaluasi pengaruh konsentrasi gelatin (6–12% b/b), kadar gula total (50–60% b/b), dan konsentrasi asam sitrat (0,6–1,2% b/b) terhadap kadar air, elastisitas, dan keseragaman bobot (CV%). Data dianalisis menggunakan model kuadratik dan dioptimasi dengan pendekatan fungsi desirabilitas. Hasil penelitian menunjukkan kadar air berkisar 11,2–16,2%, elastisitas 2,9–4,9 cm, dan CV 3,1–5,1%. Model menunjukkan kecocokan statistik yang baik dengan nilai  $R^2$  sebesar 0,9727–0,9927. Formula optimum diperoleh pada konsentrasi gelatin 9,37%, gula total 58,47%, dan asam sitrat 0,84%, dengan kadar air 12,07%, elastisitas 4,79 cm, dan CV 3,04%. Validasi menunjukkan kesesuaian yang baik dengan galat <10%. Secara keseluruhan, pendekatan RSM efektif dalam mengoptimasi karakteristik fisikokimia sediaan *gummy chew* berbasis infusa bunga telang.

**Kata Kunci:** Bunga telang; *Gummy Chew*; optimasi formulasi; gelatin; RSM

### PENDAHULUAN

Bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) merupakan tanaman yang mengandung berbagai senyawa bioaktif, seperti flavonoid, antosianin, asam fenolat, alkaloid, saponin, tanin, dan triterpenoid. Kandungan antosianin dan flavonoid banyak dilaporkan memiliki aktivitas biologis,

terutama sebagai antioksidan dan antiinflamasi (Rahmi et al., 2012).

Bunga telang juga memiliki nilai gizi yang baik, seperti kandungan protein dan serat pangan, sehingga mendukung pemanfaatannya sebagai bahan fungsional atau nutrasetikal. Pemanfaatan *C. ternatea* sebagai suplemen alami semakin berkembang, terutama untuk mendukung kesehatan

dan fungsi imun pada anak yang lebih rentan terhadap demam dan penyakit infeksi (Anarte *et al.*, 2017).

Dalam pengembangannya, pemilihan bentuk sediaan yang sesuai untuk populasi pediatrik masih menjadi tantangan. Menurut European Medicines Agency (EMA), tingkat penerimaan bentuk sediaan sangat dipengaruhi oleh usia. Sediaan padat konvensional, seperti tablet dan kapsul, sering kali sulit ditelan oleh anak, terutama dengan ukuran tablet lebih dari 5 mm (Firdaus *et al.*, 2013). Oleh karena itu, diperlukan pengembangan bentuk sediaan yang ramah anak, mudah digunakan, dan memiliki cita rasa yang dapat diterima.

Sediaan *Gummy Chew* merupakan alternatif yang menjanjikan untuk penghantaran obat maupun suplemen pada anak karena memiliki tekstur elastis, rasa yang menyenangkan, dan mudah dikunyah. Gelatin banyak digunakan sebagai agen pembentuk gel pada sediaan gummy karena mampu membentuk gel yang fleksibel dan memberikan sensasi nyaman di mulut. Namun, konsentrasi gelatin sangat memengaruhi mutu produk akhir, sehingga diperlukan optimasi untuk memperoleh sediaan dengan tekstur,

stabilitas, dan tingkat penerimaan yang optimal (Haug *et al.*, 2004; Rahmi *et al.*, 2012).

Berdasarkan pertimbangan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk memformulasi dan mengoptimasi sediaan *Gummy Chew* berbasis gelatin yang mengandung infusa bunga telang menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM). Optimasi dilakukan terhadap parameter mutu kritis, meliputi kadar air, elastisitas, dan keseragaman bobot.

## **METODE PENELITIAN**

### **Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Farmasi Program Studi D3 Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Bengkulu. Pengambilan dan preparasi bahan dilakukan pada bulan Juli 2023, sedangkan proses formulasi, evaluasi sediaan, serta analisis data dilaksanakan secara bertahap.

### **Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi seperangkat alat gelas laboratorium (gelas ukur, *beaker glass*, corong), neraca analitik, timbangan simplisia, batang pengaduk, pipet tetes, termometer, *hot plate*, *melting point apparatus*, cawan

plastik, kain saring, cetakan permen, pisau, sendok, lemari pendingin, kemasan aluminium, serta perangkat lunak Design-Expert® untuk analisis dan optimasi formulasi menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM).

## **Prosedur Penelitian**

### ***Pembuatan Infusa Bunga Telang***

Bunga telang segar (*Clitoria ternatea* L.) yang berada pada fase mekar penuh dipanen pada pagi hari, kemudian dicuci dengan air mengalir dan dikeringkan dengan penjemuran hingga mencapai bobot konstan. Sebanyak 10 gram bunga telang kering diinfuskan dalam air suling mendidih (100 mL) hingga terbentuk warna biru khas. Infusa kemudian disaring secara bertahap menggunakan saringan dan kain saring untuk menghilangkan sisa bahan tanaman. Filtrat jernih yang diperoleh selanjutnya digunakan dalam percobaan formulasi gummy, dengan mengikuti metode yang dilaporkan oleh Melati *et al.* (2020).

### ***Formulasi Gummy Chew***

Sediaan *Gummy Chew* dibuat menggunakan metode proses panas

(*hot-process*) dengan sedikit modifikasi dari Andriani *et al.* (2021). Formulasi dasar yang digunakan sebagai komposisi tetap untuk percobaan selanjutnya disajikan pada **Tabel 1**. Infusa bunga telang dipanaskan hingga 60 °C sambil diaduk, kemudian sukrosa dan sirup jagung ditambahkan secara bertahap hingga terbentuk sirup homogen. Gelatin yang telah melalui tahap *blooming* dan dilarutkan ditambahkan ke dalam campuran, diikuti penambahan minyak jagung hingga terdispersi merata.

Selanjutnya, gom arab yang telah dilarutkan dalam air hangat ditambahkan bersama asam sitrat, perisa vanila, dan esens makanan hingga homogen. Mentol ditambahkan pada tahap akhir pencampuran untuk meminimalkan penguapan. Massa cair dituangkan ke dalam cetakan dan dibiarkan pada suhu ruang hingga mengeras, kemudian dikeluarkan dari cetakan, ditaburi laktosa untuk mengurangi kelengketan, dan dikemas dalam aluminium foil untuk evaluasi selanjutnya.

**Tabel I. Formulasi Dasar *Gummy Chew* Bunga Telang (komponen tetap)**

Bahan	Jumlah (% b/b)
Infusa bunga telang ( <i>Clitoria ternatea</i> L.)	10,00
Minyak jagung	1,00
Gom arab	0,60
Perisa vanila	0,10
Esens makanan	0,15
Mentol	0,04
Laktosa	0,10
Air suling	q.s. ad 100

***Desain Eksperimental dan Optimasi Menggunakan Response Surface Methodology***

Response Surface Methodology (RSM) digunakan untuk mengoptimasi formulasi *Gummy Chew* bunga telang dengan mengkaji pengaruh gabungan variabel formulasi kritis terhadap atribut mutu utama produk. Desain Box–Behnken tiga faktor diterapkan, sehingga menghasilkan total 17 percobaan eksperimental.

Berdasarkan studi pendahuluan formulasi dan pertimbangan rasional formulasi, tiga variabel independen dipilih sebagai faktor formulasi, yaitu konsentrasi gelatin (X1), kadar gula total (X2), dan konsentrasi asam sitrat (X3). Faktor-faktor ini dipilih karena memiliki pengaruh dominan terhadap sifat struktural, mekanik, dan fisikokimia produk *Gummy Chew*. Seluruh komponen formulasi lainnya

dipertahankan konstan sesuai dengan formulasi dasar (**Tabel I**) untuk meminimalkan efek perancu. Secara khusus, infusa bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) ditetapkan sebesar 10% b/b sebagai komponen utama, sedangkan minyak jagung (1,0% b/b), gom arab (0,6% b/b), perisa vanila (0,10% b/b), esens makanan (0,15% b/b), mentol (0,04% b/b), dan laktosa (0,10% b/b; digunakan sebagai agen anti-lengket) dijaga konstan pada seluruh percobaan. Air suling ditambahkan secukupnya hingga mencapai 100% (b/b) pada setiap formulasi.

Dalam fraksi gula total (X2), rasio sukrosa terhadap sirup jagung ditetapkan sebesar 55:45 (b/b) untuk menjamin tingkat kemanisan yang konsisten serta mencegah terjadinya kristalisasi gula. Variabel independen beserta tingkat pengkodean dan nilai aktualnya dirangkum pada **Tabel II**.

**Tabel II. Variabel Independen dan Tingkat yang Digunakan dalam Optimasi**

Kode	Variabel independen	Satuan	-1 (Rendah)	0 (Tengah)	+1 (Tinggi)
X1	Konsentrasi gelatin	% b/b	6,0	9,0	12,0
X2	Kadar gula total (sukrosa + sirup jagung)	% b/b	50,0	55,0	60,0
X3	Konsentrasi asam sitrat	% b/b	0,6	0,9	1,2

Kinerja formulasi dievaluasi menggunakan tiga atribut mutu kritis (*critical quality attributes, CQA*) sebagai variabel respons, yaitu kadar air (Y1), elastisitas (Y2) sebagai indikator mekanik kekenyalan, serta keseragaman bobot (Y3) yang dinyatakan sebagai koefisien variasi (CV%). Respons-respons tersebut dipilih sebagai kriteria utama optimasi karena relevansinya terhadap stabilitas produk, penerimaan konsumen, dan konsistensi formulasi. Data eksperimental dicocokkan ke dalam model polinomial orde kedua sesuai dengan persamaan berikut:

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^3 \beta_i X_i + \sum_{i=1}^3 \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{i < j}^3 \beta_{ij} X_i X_j + \varepsilon$$

di mana Y merupakan respons yang diprediksi,  $\beta_0$  adalah intersep,  $\beta_i$  merupakan koefisien linear,  $\beta_{ii}$  merupakan koefisien kuadrat,  $\beta_{ij}$  merupakan koefisien interaksi, dan  $\varepsilon$

adalah galat residual. Optimasi dilakukan menggunakan pendekatan fungsi desirabilitas dengan menargetkan kadar air rendah ( $\leq 20\%$ ), elastisitas tinggi, dan variasi bobot yang rendah (CV% minimum). Formulasi optimum yang diprediksi oleh model selanjutnya disiapkan dan dievaluasi secara eksperimental untuk memvalidasi kecukupan model RSM.

**Evaluasi**

Seluruh formulasi dievaluasi untuk menilai sifat fisikokimia, mekanik, dan sensorik. Pengujian meliputi evaluasi organoleptik, uji elastisitas, keseragaman bobot, penetapan kadar air, waktu hancur, titik leleh, dan uji hedonik. Seluruh pengujian yang melibatkan subjek manusia dilakukan setelah memperoleh persetujuan etik dari Komisi Etik Poltekkes Kemenkes Bengkulu (No. KEPK.BKL/483/07/2023).

### ***Evaluasi Organoleptik***

Evaluasi organoleptik dilakukan secara visual terhadap warna, rasa, bentuk, tekstur, keseragaman permukaan, dan integritas fisik, sedangkan bau dinilai secara kualitatif melalui penciuman. Pengujian ini bertujuan memastikan penampilan fisik dan karakteristik sensorik yang dapat diterima sebelum pengujian lanjutan.

### ***Keseragaman Bobot***

Keseragaman bobot ditentukan dengan menimbang enam unit *Gummy Chew* yang dipilih secara acak dari setiap formulasi. Nilai rerata bobot dan koefisien variasi (CV, %) dihitung untuk menilai konsistensi antarunit, sesuai kriteria Avulapati *et al.* (2011).

### ***Uji Elastisitas***

Elastisitas diuji sebagai indikator sifat mekanik dan kekenyalan. Setiap sampel diuji secara individual dengan tiga kali replikasi dengan cara diregangkan secara manual hingga terjadi deformasi atau putus. Sampel dengan daya regang lebih pendek namun lebih tahan putus dinyatakan memiliki elastisitas lebih tinggi (Godhwani *et al.*, 2012).

### ***Penetapan Kadar Air***

Kadar air ditentukan secara gravimetri dengan metode pengeringan oven pada suhu 100 °C hingga bobot konstan. Nilai kadar air dihitung menggunakan persamaan standar dan dibandingkan dengan SNI, yang menetapkan batas maksimum kadar air sebesar 20% (Rahayu, 2010).

### ***Uji Waktu Hancur***

Waktu hancur ditentukan dengan mencatat waktu yang diperlukan *Gummy Chew* untuk hancur sempurna selama proses pengunyahan. Pengujian dilakukan tiga kali pada setiap formulasi sesuai metode Avulapati *et al.* (2011).

### ***Analisis Titik Leleh***

Titik leleh ditentukan menggunakan metode kapiler. Sampel gummy dimasukkan ke dalam pipa kapiler dan dianalisis menggunakan alat penetapan titik leleh hingga terjadi pelelehan (Bachtiar *et al.*, 2017).

### ***Uji Hedonik***

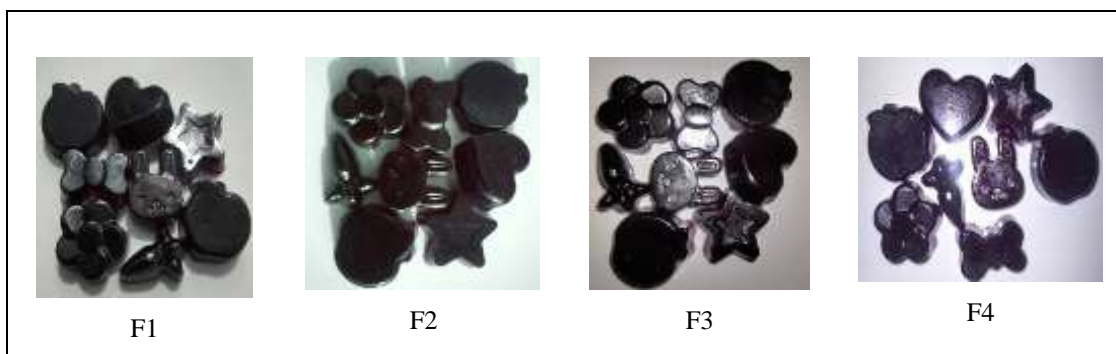
Uji hedonik dilakukan untuk menilai tingkat penerimaan konsumen terhadap *Gummy Chew* bunga telang. Pengujian melibatkan 20 responden anak usia 4–5 tahun yang menilai rasa, aroma, warna, bentuk, dan penerimaan

keseluruhan menggunakan skala numerik empat tingkat (1–4).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan memformulasikan infusa bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) ke dalam sediaan *Gummy Chew* berbasis gelatin sebagai suplemen pangan untuk anak. Infusa diformulasikan ke dalam empat formula (F1-F4) pendahuluan dengan variasi konsentrasi gelatin untuk mengevaluasi karakteristik fisik dan organoleptik awal sebelum tahap

optimasi. Gelatin dipilih sebagai agen pembentuk gel karena kemampuannya menghasilkan struktur elastis dan dapat diterima secara sensorik pada sediaan kunyah. Peningkatan konsentrasi gelatin diketahui dapat meningkatkan kekuatan dan tekstur gel. Gom arab ditambahkan untuk meningkatkan stabilitas emulsi dan mencegah kristalisasi gula dalam sistem formulasi (Pereira *et al.*, 2019). Penampilan *Gummy Chew* yang dihasilkan ditunjukkan pada **Gambar 1**.



**Gambar 1. Formulasi *Gummy Chew* Berbasis Gelatin Mengandung Infusa Bunga Telang**

Evaluasi organoleptik menunjukkan bahwa seluruh formulasi memiliki warna ungu intens yang berasal dari infusa bunga telang, aroma vanila, serta rasa menyerupai anggur dengan tingkat kemanisan sedang dan sensasi dingin ringan dari mentol. Perbedaan tekstur terlihat jelas antarformulasi, di mana peningkatan konsentrasi gelatin menurunkan

tingkat kelengketan dan meningkatkan integritas struktur, menegaskan peran penting gelatin dalam menentukan konsistensi *Gummy Chew*.

### Hasil Eksperimen dan Respons Teramati

Matriks desain eksperimen dan respons yang diamati dirangkum pada **Tabel III**. Sebanyak 17 percobaan dilakukan untuk merepresentasikan rentang faktor formulasi yang

ditetapkan, meliputi konsentrasi (50–60% b/b), dan konsentrasi asam gelatin (6–12% b/b), kadar gula total sitrat (0,6–1,2% b/b).

**Tabel III. Matriks Desain Eksperimen dan Respon yang Diamati**

Percobaan	Gelatin (%)	Gula Total (%)	Asam Sitrat (%)	Kadar Air (%)	Elastisitas (cm)	Keseragaman Bobot (CV%)
1	12	60	0,9	11,2	3,7	3,6
2	9	50	0,6	15,2	4,3	3,9
3	9	55	0,9	13,2	4,9	3,2
4	9	55	0,9	12,9	4,8	3,1
5	9	55	0,9	13,1	4,6	3,2
6	9	55	0,9	13,2	4,7	3,2
7	12	55	1,2	12,4	3,6	4,1
8	6	55	0,6	14,0	3,2	4,5
9	12	55	0,6	12,9	3,9	4,1
10	6	50	0,9	16,2	2,9	5,1
11	12	50	0,9	14,1	3,7	4,5
12	9	60	0,6	12,1	4,7	3,3
13	9	50	1,2	14,8	4,1	3,9
14	9	60	1,2	11,6	4,1	3,6
15	6	55	1,2	14,2	3,1	4,5
16	9	55	0,9	13,0	4,8	3,2
17	6	60	0,9	12,8	3,6	4,1

Kadar air *Gummy Chew* bunga telang berada pada rentang 11,2–16,2%, yang masih berada dalam batas yang dapat diterima untuk produk gummy dan *soft chew*. Produk berbasis gelatin umumnya stabil secara fisik dan yang secara umum dilaporkan mendukung stabilitas fisik dan mikrobiologis apabila kadar air dijaga di bawah 20%, dengan kisaran optimum sekitar 10–15% untuk menghasilkan kekenyalan yang baik dan mengurangi kelengketan (Rahayu, 2010; deMan, 2018). Variasi kadar air

terutama dipengaruhi oleh perbedaan kadar gula total dan gelatin. Gula menurunkan air bebas melalui sifat higroskopis dan peningkatan total padatan (BeMiller, 2009; Hartel *et al.*, 2018), sedangkan gelatin mengikat air melalui pembentukan jaringan gel tiga dimensi berbasis ikatan hidrogen (Imeson, 2010). Nilai kadar air yang diperoleh sejalan dengan laporan sebelumnya pada sistem gummy berbasis gelatin (Avulapati *et al.*, 2011).

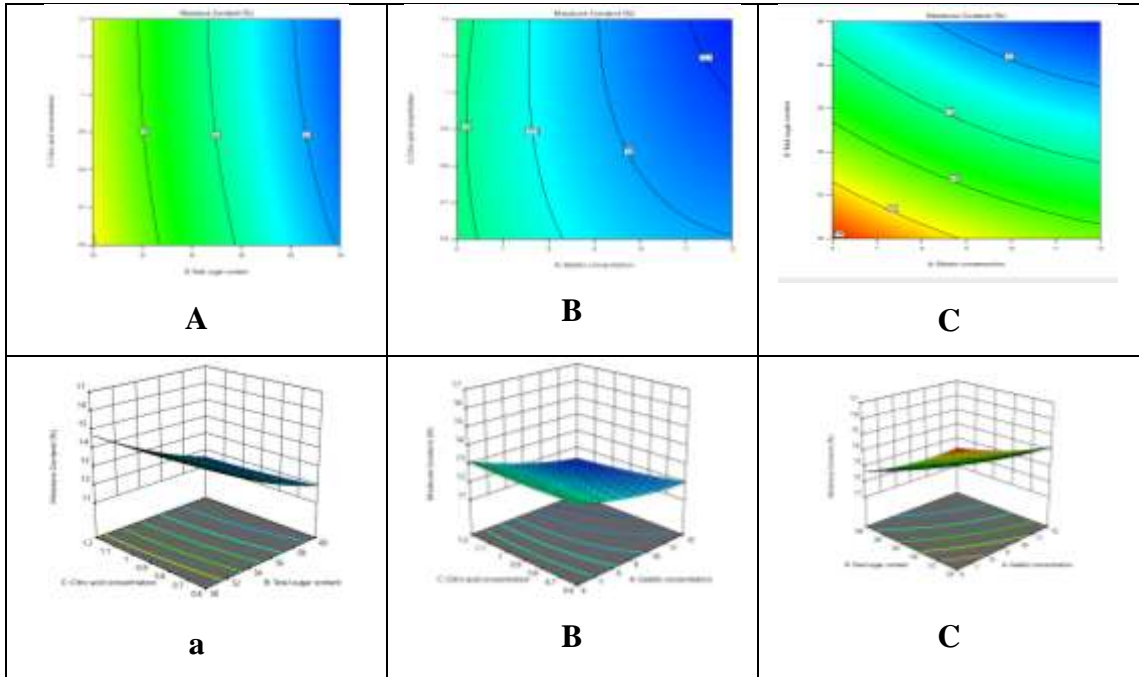
Nilai elastisitas berkisar antara 2,9–4,9 cm, mencerminkan perbedaan sifat mekanik antarformulasi. Elastisitas merupakan atribut mutu penting karena berkaitan langsung dengan persepsi kekenyalan dan penerimaan konsumen (Godhwani *et al.*, 2012). Formulasi dengan konsentrasi gelatin menengah (sekitar 9% b/b) menunjukkan elastisitas tertinggi, yang mengindikasikan keseimbangan optimal antara kekuatan dan fleksibilitas gel. Gelatin dikenal sebagai faktor utama penentu sifat elastik pada sistem gummy, di mana peningkatan konsentrasi gelatin meningkatkan kerapatan jaringan hingga titik optimum (Imeson, 2010; Funami, 2011). Konsentrasi gelatin yang terlalu rendah menghasilkan struktur gel lemah, sedangkan konsentrasi yang terlalu tinggi dapat membentuk matriks yang terlalu kaku dan kurang elastis (Huang *et al.*, 2017). Rentang elastisitas yang diperoleh ( $\pm 3$ –5 cm) sesuai dengan nilai yang dilaporkan untuk gummy dan *soft chew* yang dapat diterima berdasarkan uji regang manual

(Godhwani *et al.*, 2012; Avulapati *et al.*, 2011).

Keseragaman bobot, yang dinyatakan sebagai koefisien variasi (CV%), berada pada kisaran 3,1–5,1%, menunjukkan konsistensi antarunit yang baik. Pada sediaan oral padat dan semipadat, nilai CV di bawah 10% umumnya dapat diterima, sedangkan nilai di bawah 5% mencerminkan konsistensi proses manufaktur yang baik (Avulapati *et al.*, 2011; Aulton & Taylor, 2018). Nilai CV yang relatif rendah dalam penelitian ini menunjukkan bahwa massa gummy cair memiliki viskositas dan sifat alir yang sesuai selama proses pencetakan. Konsentrasi gelatin dan kadar gula total berpengaruh terhadap sifat reologi matriks gummy, yang selanjutnya menentukan keseragaman pengisian cetakan dan bobot unit (Hartel *et al.*, 2018; Imeson, 2010).

### **Pengaruh Variabel Formulasi terhadap Atribut Mutu Kritis**

#### ***Pengaruh terhadap Kadar Air***

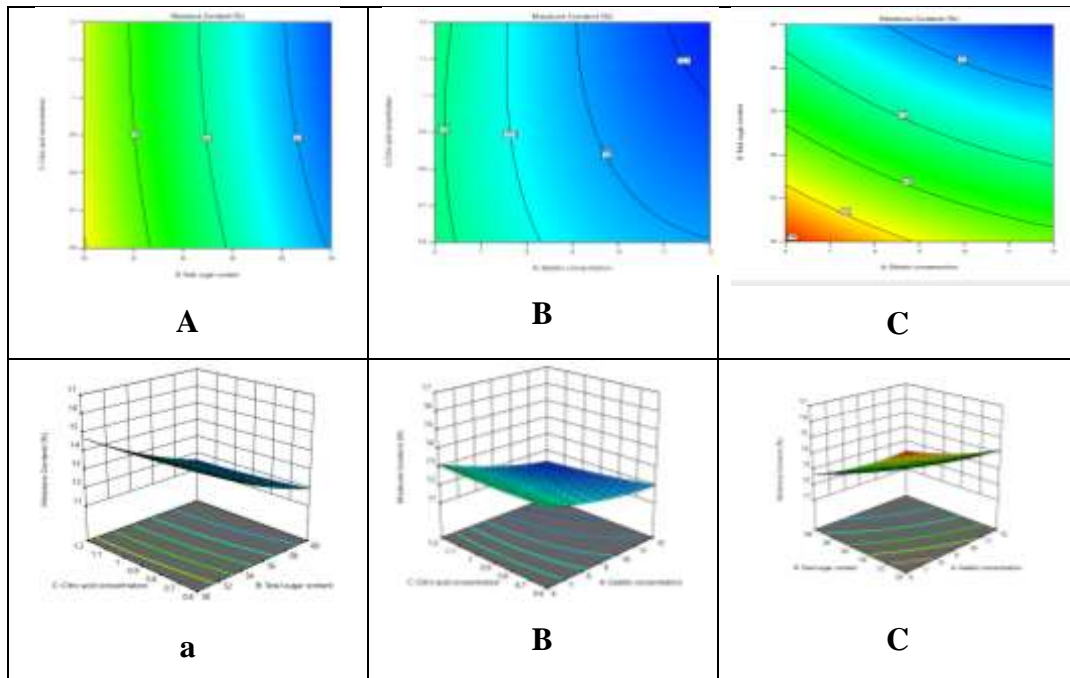


**Gambar 2.** Plot permukaan respons dan kontur yang menunjukkan pengaruh konsentrasi gelatin, kadar gula total, dan konsentrasi asam sitrat terhadap kadar air *Gummy Chew* bunga telang.

Gambar 2 menunjukkan bahwa peningkatan kadar gula total secara signifikan menurunkan kadar air, sejalan dengan sifat higroskopis gula yang mengikat air bebas dan meningkatkan total padatan (BeMiller, 2009; Hartel *et al.*, 2018). Pada kadar gula konstan, peningkatan konsentrasi gelatin juga menurunkan kadar air akibat pembentukan jaringan gel tiga dimensi yang mengimobilisasi air melalui ikatan hidrogen (Imeson, 2010). Plot kontur menunjukkan daerah kadar air minimum pada

konsentrasi gelatin sedang ( $\pm 9\text{--}10\%$  b/b) dan kadar gula total tinggi ( $\pm 55\text{--}60\%$  b/b), yang berada dalam kisaran optimum untuk gummy berbasis gelatin ( $\pm 10\text{--}15\%$ ) dengan karakteristik kekenyalan dan stabilitas yang baik (Rahayu, 2010; deMan, 2018). Pengaruh asam sitrat relatif lebih kecil dan bersifat tidak langsung melalui interaksi bergantung pH pada stabilitas jaringan gelatin (Funami, 2011).

***Pengaruh terhadap Elastisitas***



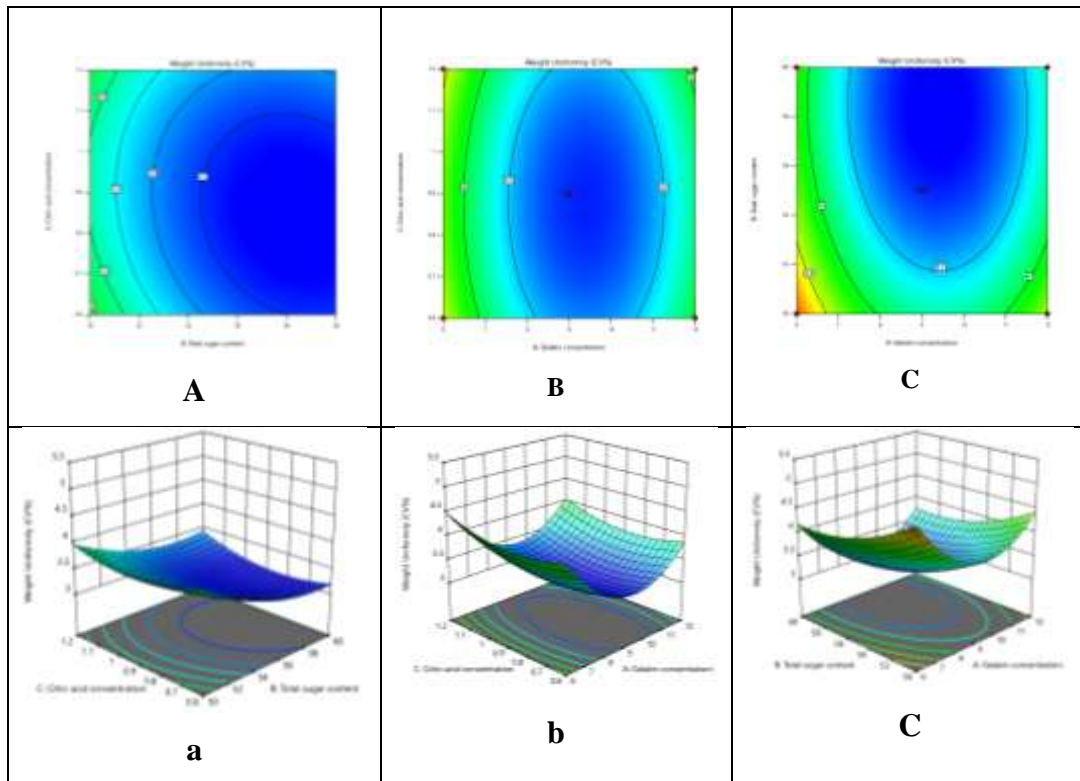
Gambar 3. Plot Permukaan Respons dan Kontur yang Menunjukkan Pengaruh Variabel Formulasi Terhadap Elastisitas *Gummy Chew* Bunga Telang.

Elastisitas meningkat seiring peningkatan konsentrasi gelatin hingga tingkat menengah, kemudian menurun pada konsentrasi yang lebih tinggi, mencerminkan keseimbangan antara fleksibilitas dan kekakuan jaringan gelatin (Imeson, 2010; Funami, 2011). Kadar gula total memodulasi elastisitas, di mana kadar sedang meningkatkan kekenyalan melalui efek plastisasi yang seimbang, sedangkan kadar tinggi menurunkan daya regang akibat peningkatan total padatan (Hartel *et al.*, 2018).

Asam sitrat memengaruhi elastisitas terutama melalui efek pH pada

interaksi jaringan gelatin, dengan kadar sedang meningkatkan elastisitas dan kadar tinggi cenderung menurunkannya (Funami, 2011; Huang *et al.*, 2017). Daerah elastisitas optimum teridentifikasi pada konsentrasi gelatin  $\pm 9-10\%$  b/b, gula total  $55-60\%$  b/b, dan asam sitrat  $\pm 0,8-0,9\%$  b/b, sejalan dengan hasil optimasi dan literatur sebelumnya (Avulapati *et al.*, 2011; Godhwani *et al.*, 2012).

**Pengaruh terhadap Keseragaman Bobot (CV%)**



Gambar 4. Plot Permukaan Respons dan Kontur yang Menunjukkan Pengaruh Variabel Formulasi Terhadap Keseragaman Bobot (CV%) Gummy Chew Bunga Telang.

Nilai CV% berada dalam kisaran yang dapat diterima pada seluruh formulasi, menunjukkan konsistensi antarunit yang baik. Keseragaman bobot terutama dipengaruhi oleh interaksi konsentrasi gelatin dan kadar gula total. Nilai CV terendah diperoleh pada konsentrasi gelatin menengah dan kadar gula sedang-tinggi, yang menghasilkan viskositas dan sifat alir massa gummy yang optimal selama pencetakan (Imeson, 2010; Hartel *et al.*, 2018).

Pengaruh asam sitrat terhadap keseragaman bobot relatif kecil dan bersifat tidak langsung melalui

perubahan laju gelasi, bukan sifat alir massa. Daerah CV minimum teridentifikasi pada gelatin  $\pm 9-10\%$  b/b dan gula total  $55-60\%$  b/b, sesuai dengan daerah formulasi optimum hasil optimasi numerik. Nilai CV di bawah 5% menunjukkan konsistensi manufaktur yang baik untuk sediaan kunyah dan semipadat (Avulapati *et al.*, 2011; Aulton & Taylor, 2018).

### Pemodelan dan Analisis Statistik

#### Pemilihan dan Kecukupan Model

Berdasarkan analisis *fit summary*, model kuadratik dipilih untuk seluruh respons (kadar air, elastisitas, dan keseragaman bobot) karena memberikan kecocokan dan

kemampuan prediksi terbaik, nilai R<sup>2</sup> terlaras dan R<sup>2</sup> prediksi yang ditunjukkan oleh signifikansi model, *lack-of-fit* yang dapat diterima, serta tinggi.

**Tabel IV. Ringkasan Kecukupan Model dan Parameter Statistik**

Respons	Nilai <i>p</i> Model	Nilai <i>p</i> Lack-of-fit	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Terkoreksi (Adjusted R <sup>2</sup> )	R <sup>2</sup> Prediksi (Predicted R <sup>2</sup> )	Adeq Precision
Kadar air	<0,0001	0,2033 (ns)	0,9927	0,9833	0,9203	37,69
Elastisitas	<0,0001	0,4495 (ns)	0,9859	0,9677	0,8861	20,87
Keseragaman bobot (CV%)	0,0001	0,0049 (ns)	0,9727	0,9376	0,5834	15,37

ns = tidak signifikan; sig = signifikan

**Analisis Ragam (ANOVA)**

Model kuadratik untuk kadar air menunjukkan signifikansi yang sangat tinggi ( $F = 105,78; p < 0,0001$ ) dengan *lack-of-fit* tidak signifikan ( $p = 0,2033$ ), menandakan kecukupan model yang baik. Konsentrasi gelatin (A) dan kadar gula total (B) berpengaruh sangat signifikan ( $p < 0,0001$ ), sedangkan konsentrasi asam sitrat (C) menunjukkan pengaruh signifikan yang lebih kecil ( $p = 0,0378$ ). Suku kuadratik A<sup>2</sup> dan B<sup>2</sup> juga signifikan ( $p < 0,05$ ), mengonfirmasi adanya efek kelengkungan pada permukaan respons. Nilai R<sup>2</sup> (0,9927), *adjusted* R<sup>2</sup> (0,9833), serta *adequate precision* sebesar 37,69 menunjukkan reliabilitas model dan rasio sinyal terhadap noise yang sangat baik.

Untuk elastisitas, model kuadratik juga signifikan secara statistik ( $F = 54,21; p < 0,0001$ ) dengan *lack-of-fit* tidak signifikan ( $p = 0,4495$ ). Ketiga faktor linier—konsentrasi gelatin (A), kadar gula total (B), dan konsentrasi asam sitrat (C)—berpengaruh signifikan terhadap elastisitas ( $p < 0,05$ ). Efek kuadratik yang kuat pada A<sup>2</sup>, B<sup>2</sup>, dan C<sup>2</sup> ( $p < 0,01$ ) menunjukkan keberadaan daerah optimum yang jelas. Model ini memiliki R<sup>2</sup> tinggi (0,9859) serta kesesuaian yang baik antara *adjusted* R<sup>2</sup> (0,9677) dan *predicted* R<sup>2</sup> (0,8861), sehingga layak digunakan untuk prediksi dan optimasi.

Model kuadratik untuk keseragaman bobot (CV%) juga signifikan ( $F = 27,71; p = 0,0001$ ). Konsentrasi gelatin (A) dan kadar gula total (B) berpengaruh signifikan ( $p <$

0,01), sedangkan konsentrasi asam sitrat (C) tidak menunjukkan pengaruh linier yang signifikan ( $p > 0,05$ ). Suku kuadrat ( $A^2$ ,  $B^2$ , dan  $C^2$ ) signifikan, menandakan hubungan nonlinier antara variabel formulasi dan konsistensi bobot. Meskipun nilai  $R^2$  (0,9727) dan *adjusted*  $R^2$  (0,9376) tinggi, *predicted*  $R^2$  relatif lebih rendah (0,5834) dan *lack-of-fit* signifikan ( $p = 0,0049$ ), yang kemungkinan disebabkan oleh variabilitas proses selama pencetakan manual.

### **Validasi Model dan Pertimbangan Diagnostik**

Nilai *adequate precision* untuk seluruh respons berada di atas 4, menunjukkan kekuatan sinyal yang memadai untuk eksplorasi ruang desain. Plot diagnostik menunjukkan kesesuaian yang baik antara nilai prediksi dan eksperimental. Meskipun *lack-of-fit* signifikan teramati pada

keseragaman bobot dan nilai *predicted*  $R^2$  relatif lebih rendah dibanding respons lainnya, model tetap digunakan secara eksploratif untuk mengidentifikasi tren pengaruh variabel formulasi terhadap variasi bobot, bukan untuk prediksi nilai individual secara presisi. Variabilitas ini kemungkinan dipengaruhi oleh proses pencetakan manual sistem gummy semipadat..

### **Optimasi dan Validasi**

Optimasi numerik menggunakan RSM menghasilkan formulasi optimum dengan 9,37% (b/b) gelatin, 58,47% (b/b) gula total, dan 0,84% (b/b) asam sitrat, dengan prediksi kadar air 12,07%, elastisitas 4,79 cm, dan keseragaman bobot (CV%) 3,04%. Formulasi ini disiapkan dan diuji secara eksperimental untuk memvalidasi model.

**Tabel V. Validasi Formulasi *Gummy Chew* Optimum**

<b>Respons</b>	<b>Nilai Prediksi</b>	<b>Nilai Eksperimental</b>	<b>Galat (%)</b>
Kadar air (%)	12,07	11,50	4,7
Elastisitas (cm)	4,79	5,00	4,4
Keseragaman bobot (CV%)	3,04	3,20	5,3

Nilai galat prediksi untuk seluruh respons berada di bawah 10%, menunjukkan kesesuaian yang baik antara nilai prediksi dan hasil eksperimental. Perbedaan kecil yang teramati kemungkinan disebabkan oleh variabilitas eksperimental pada proses pencetakan manual sistem gummy semipadat, sebagaimana juga dilaporkan pada penelitian sebelumnya. Secara keseluruhan, hasil validasi mengonfirmasi bahwa model RSM yang dikembangkan bersifat menunjukkan kecukupan model dalam mengidentifikasi kondisi formulasi optimum. Formulasi *Gummy Chew* bunga telang berbasis gelatin ini selanjutnya dipilih untuk evaluasi fisikokimia dan sensorik lanjutan.

### **Evaluasi Fisikokimia dan Sensorik Tambahan pada Formulasi Optimum**

Selain respons yang dianalisis dalam optimasi RSM, formulasi *Gummy Chew* bunga telang optimum dievaluasi lebih lanjut untuk menilai stabilitas fisikokimia, kinerja mekanik, dan penerimaan sensorik. Evaluasi tambahan ini dilakukan untuk memastikan kesesuaian formulasi bagi penggunaan pediatrik serta untuk

melengkapi interpretasi hasil optimasi statistik.

### ***Sifat Organoleptik***

Formulasi optimum menunjukkan bentuk dan permukaan yang seragam tanpa retakan atau cacat visual. Warna ungu intens khas infusa bunga telang (*Clitoria ternatea*) tetap stabil setelah pendinginan dan pelepasan dari cetakan. Produk memiliki aroma vanila yang menyenangkan dengan rasa ringan menyerupai anggur dari esens makanan. Tekstur bersifat kenyal dan elastis tanpa kelengketan berlebih, menunjukkan karakteristik penanganan dan konsistensi yang baik. Secara keseluruhan, sifat organoleptik ini memenuhi ekspektasi estetika dan sensorik untuk produk *Gummy Chew* anak.

### ***Waktu Hancur***

Waktu hancur *Gummy Chew* optimum berada dalam kisaran yang dapat diterima untuk sediaan kunyah. Produk melunak secara bertahap dan hancur sempurna selama proses pengunyahan, mencerminkan keseimbangan yang baik antara kekuatan jaringan gelatin dan plastisasi oleh gula, yang penting

untuk formulasi pediatrik (Avulapati *et al.*, 2011).

### **Titik Leleh**

Analisis titik leleh menunjukkan bahwa formulasi optimum stabil pada suhu ruang dan meleleh pada suhu yang lebih tinggi. Perilaku termal ini mengindikasikan ketahanan terhadap deformasi selama penanganan dan penyimpanan. Karakteristik serupa telah dilaporkan pada produk gummy berbasis gelatin, di mana titik leleh dipengaruhi oleh konsentrasi gelatin dan total padatan (Bachtiar *et al.*, 2017; Hartel *et al.*, 2018).

### **Evaluasi Hedonik**

Uji hedonik pada anak usia 4–5 tahun menunjukkan tingkat penerimaan yang baik terhadap formulasi optimum. Mayoritas responden memberikan penilaian positif pada rasa, aroma, warna, bentuk, dan penerimaan keseluruhan. Tingkat kemanisan yang moderat, warna yang menarik, dan aroma yang menyenangkan berkontribusi terhadap penerimaan produk. Temuan ini sejalan dengan laporan sebelumnya pada produk gummy kunyah untuk

populasi pediatrik (Godhwani *et al.*, 2012).

### **Keterbatasan Penelitian**

Penelitian ini berfokus pada optimasi karakteristik fisikokimia dan mekanik sediaan, sehingga tidak mencakup evaluasi bioaktivitas dari produk yang diformulasikan. Standardisasi kuantitatif senyawa penanda pada infusa bunga telang juga belum dilakukan, sehingga karakterisasi fitokimia masih bersifat kualitatif. Pada respons keseragaman bobot, nilai predicted R<sup>2</sup> relatif lebih rendah dan *lack-of-fit* signifikan kemungkinan dipengaruhi oleh proses pencetakan manual, sehingga model digunakan terutama untuk mengidentifikasi tren formulasi. Selain itu, penelitian ini belum mencakup uji stabilitas jangka panjang, analisis mikrobiologi, maupun pengujian elastisitas menggunakan instrumen mekanik. Evaluasi lebih lanjut diperlukan untuk mendukung pengembangan produk secara komprehensif.

### **KESIMPULAN**

Penelitian ini berhasil memformulasikan dan mengoptimasi *Gummy Chew* berbasis gelatin yang mengandung infusa bunga telang (*Clitoria ternatea*) menggunakan

*Response Surface Methodology* sebagai kandidat sediaan nutrasetikal untuk anak. Konsentrasi gelatin, gula total, dan asam sitrat berpengaruh signifikan terhadap kadar air, elastisitas, dan keseragaman bobot. Formulasi optimum (9,37% gelatin; 58,47% gula total; 0,84% asam sitrat) menunjukkan kesesuaian yang baik antara nilai prediksi dan eksperimental, menunjukkan kecukupan model RSM. Produk akhir memiliki karakteristik fisikokimia yang dapat diterima dan penerimaan sensorik yang baik pada anak, sehingga berpotensi sebagai dasar pengembangan produk lebih lanjut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, E. F., Lestari, D., & Sari, R. P. (2021). Formulasi sediaan *gummy candies* ekstrak herba meniran (*Phyllanthus niruri* L.). *Jurnal Mahasiswa Farmasi Fakultas Kedokteran Universitas Tanjungpura*, 5(1), 1–8.
- Aulton, M. E., & Taylor, K. M. G. (Eds.). (2018). *Aulton's pharmaceuticals: The design and manufacture of medicines* (5th ed.). Elsevier.
- Avulapati, S., Roy, A., Shashidhar, B., & Vamshi Krishna, M. (2011). Development and evaluation of gelatin-based chewable tablets of loratadine. *Journal of Pharmaceutical Research*, 4(9), 3101–3104.
- Bachtiar, A., Rahmawati, Y., & Fitriani, L. (2017). Formulation and characterization of gelatin-based gummy candy. *Journal of Food and Nutrition Research*, 5(9), 652–658. <https://doi.org/10.12691/jfnr-5-9-4>
- BeMiller, J. N. (2009). *Carbohydrate chemistry for food scientists* (2nd ed.). AACC International Press.
- deMan, J. M. (2018). *Principles of food chemistry* (4th ed.). Springer.
- European Medicines Agency. (2013). *Reflection paper: Formulations of choice for the paediatric population*. EMA.
- Funami, T. (2011). Next target for food hydrocolloid studies: Texture design of foods using hydrocolloid technology. *Food Hydrocolloids*, 25(8), 1904–1914. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2011.02.019>
- Godhwani, T., Chhajed, M., & Chhajed, A. (2012). Development, formulation and evaluation of unit moulded semisolid jelly for oral administration as a calcium supplement. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 14(2), 98–102.
- Hartel, R. W., von Elbe, J. H., & Hofberger, R. (2018). *Confectionery science and technology* (2nd ed.). Springer.
- Haug, I. J., Draget, K. I., & Smidsrød, O. (2004). Physical and rheological properties of fish gelatin compared to mammalian

- gelatin. *Food Hydrocolloids*, 18(2), 203–213. [https://doi.org/10.1016/S0268-005X\(03\)00065-1](https://doi.org/10.1016/S0268-005X(03)00065-1)
- Huang, T., Tu, Z., Shangguan, X., Wang, H., Zhang, L., & Sha, X. (2017). Rheological behavior, microstructure, and gel properties of gelatin gels influenced by pH. *Food Hydrocolloids*, 63, 594–602. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.10.020>
- Imeson, A. (Ed.). (2010). *Food stabilisers, thickeners and gelling agents*. Wiley-Blackwell.
- Pereira, L., Critchley, A. T., Amado, A. M., & Ribeiro-Claro, P. J. A. (2019). The role of hydrocolloids in confectionery and functional foods. *Food Hydrocolloids*, 95, 16–30. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.04.023>
- Rahmi, N., Handayani, R., & Sari, D. P. (2012). Pengaruh konsentrasi gelatin terhadap sifat fisik permen jeli. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 23(2), 123–129.
- Rahayu, W. P. (2010). *Keamanan pangan: Pedoman untuk industri pangan*. IPB Press.
- Standar Nasional Indonesia. (2008). *SNI 02-3547-2-2008: Permen jeli*. Badan Standardisasi Nasional.