

## Optimasi Formulasi Granul *Effervescent* Ekstrak Etanol 96% Buah Murbei (*Morus nigra* L.)

Rizxan Auria Maharani<sup>1</sup>, Hasriyani<sup>2</sup>, Fahrudin Arif<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup> Farmasi, Universitas Muhammadiyah Kudus, Indonesia  
Email Korespondensi: hasriyani@umkudus.ac.id

### ABSTRAK

Buah murbei (*Morus nigra* L.) diketahui mengandung senyawa fenolik terutama flavonoid dan tanin yang memiliki efek farmakologis seperti antioksidan, antibakteri dan antidiabetes. Penelitian ini bertujuan untuk memformulasikan granul *effervescent* ekstrak buah murbei dan mengevaluasi kadar tanin. Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif menggunakan metode eksperimental. Penetapan kadar tanin dilakukan menggunakan metode *Folin-Ciocalteu* melalui pembentukan kompleks berwarna yang dianalisis dengan spektrofotometri UV-Vis. Ekstraksi buah murbei dilakukan dengan metode maserasi menggunakan pelarut etanol 96% dengan perbandingan 1:10 dan menghasilkan rendemen sebesar 16,2. Granul *effervescent* diformulasikan dalam tiga variasi konsentrasi ekstrak yaitu F1 (5%), F2 (10%) dan F3 (15%). Evaluasi sediaan meliputi uji organoleptik, homogenitas, waktu alir (<10 detik), sudut diam (25°-40°), kompresibilitas (<20%), pH larutan (5-7), waktu larut (<5 menit) dan kadar air (<5%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar tanin pada ekstrak adalah 67,68 mg GAE/g dan granul *effervescent* dalam rentang 8,50 sampai 14,96 mg GAE/g. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak buah murbei berhasil diformulasikan menjadi granul *effervescent* yang memenuhi persyaratan mutu dan memiliki kadar tanin yang meningkat seiring peningkatan konsentrasi ekstrak.

**Kata Kunci:** Granul Effervescent; Buah Murbei; Kadar Tanin Total

### ABSTRACT

#### *Optimization of Effervescent Granule Formulation of 96% Ethanol Extract of Mulberry Fruit (*Morus nigra* L.)*

*Mulberry fruit (*Morus nigra* L.) is known to contain phenolic compounds, particularly flavonoids and tannins, which possess pharmacological effects such as antioxidant, antibacterial and antidiabetic properties. This study aims to formulate effervescent granules from mulberry fruit extract and evaluate the tannin content. This is a quantitative study using an experimental method. Tannin content was determined using the Folin-Ciocalteu method via the formation of a coloured complex, which was analysed by UV-Vis spectrophotometry. Mulberry fruit extraction was carried out using the maceration method with 96% ethanol as the solvent at a ratio of 1:10, yielding a yield of 16.2%. The effervescent granules were formulated in three extract concentration variations: F1 (5%), F2 (10%) and F3 (15%). Evaluation of the preparations included organoleptic testing, homogeneity, flow time (<10 seconds), angle of repose (25°-40°), compressibility (<20%), solution pH (5-7), dissolution time (<5 minutes) and moisture content (<5%). The results of the study showed that the tannin content in the extract was 67.68 mg GAE/g and in the effervescent granules it ranged from 8.50 to 14.96 mg GAE/g. These results indicate that the mulberry fruit extract was successfully formulated*

*into effervescent granules that meet quality requirements and exhibit an increasing tannin content as the extract concentration rises.*

**Keywords:** *Effervescent granules; mulberry extract; total tannin content*

## **PENDAHULUAN**

Buah murbei (*Morus nigra* L.) dikenal kaya akan senyawa bioaktif yang melimpah termasuk tanin, flavonoid dan antosianin. Buah murbei mengandung sejumlah besar quercetin, rutin, dan apigenin; asam ferulat, klorogenat dan protokatekuat yang merupakan senyawa penting dalam buah-buahan. Senyawa bioaktif alami ini memiliki aktivitas biologis yang kuat yang terbukti menunjukkan efek farmakologis yang sangat baik terhadap berbagai penyakit, termasuk sifat antioksidan, diuretik, antiobesitas, hipoglikemik, hipotensi, antikolesterol, antidiabetik dan antibakteri (Oliveira et al., 2025).

Hasil skrining fitokimia yang dilakukan oleh Yuniati (2023) buah murbei yang diekstraksi menggunakan pelarut etanol diketahui mengandung flavonoid, alkaloid, tanin dan saponin. Senyawa yang menjadi fokus dalam penelitian ini adalah tanin, khususnya kompleks polifenol yang memiliki gugus hidroksil dan benzena polar. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa ekstrak tanaman dengan karakteristik polifenol tinggi memiliki kadar tanin yang cukup signifikan. Ekstrak tanaman dengan karakteristik polifenol tinggi memiliki kadar tanin yang signifikan. Beberapa penelitian melaporkan variasi kadar tanin pada berbagai tanaman seperti ekstrak etanol daun binahong dilaporkan mengandung tanin sebesar 0,230 mg GAE/g ekstrak (Fatonah et al., 2021), ekstrak daun karet kebo menghasilkan kadar tanin 31,70 mg GAE/g ekstrak (Suhaenah et al., 2024) dan etanol daun angkana memiliki kadar tanin 92,39 mg GAE/g ekstrak (Budi Riyanti Hurip et al. 2023). Variasi kadar tanin tersebut menunjukkan bahwa setiap tanaman memiliki kandungan tanin yang berbeda, sehingga penting dilakukan penetapan kadar tanin pada buah murbei.

Salah satu jenis senyawa polifenolik yang dikenal sebagai tanin larut dalam pelarut organik dan air. Kemampuannya untuk mengendapkan protein adalah karakteristik utamanya. Banyak penelitian telah menunjukkan berbagai manfaat terapeutik tanin, termasuk salah satunya oleh Lina et al., (2021) menunjukkan bahwa senyawa tanin mampu membantu mengatasi diare melalui mekanisme astringen, yaitu dengan menciutkan permukaan usus, menggumpalkan protein dan memberikan proteksi pada mukosa usus. Penelitian lain yang dilakukan oleh Restu Yudha Pramesti et al., (2024) menunjukkan bahwa tanin berperan penting dalam aktivitas antimikroba dan antioksidan yang berkontribusi pada pertahanan biologis tanaman. Penelitian yang dilakukan oleh Jing et al., (2022) menunjukkan bahwa tanin dapat digunakan sebagai obat antiinflamasi, antidiabetik, antivirus dan antitumor yang menjadikannya kandidat bioaktif yang penting dalam pengembangan sediaan farmasi. Keberadaan tanin dalam ekstrak buah murbei menjadi penting untuk dipertahankan terutama dalam pengembangan sediaan granul *effervescent* sebagai bentuk sediaan yang praktis dan mudah dikonsumsi.

Formulasi granul *effervescent* ekstrak buah murbei (*Morus nigra* L.) dirancang untuk meningkatkan bioavailabilitas dan kemudahan penggunaan. Sediaan ini merupakan salah satu bentuk sediaan oral yang semakin banyak dikembangkan karena memiliki daya tarik lebih dibandingkan bentuk sediaan oral

lainnya. Granul *effervescent* dilarutkan dalam air yang mengandung campuran asam dan basa yang akan bereaksi menghasilkan gas karbondioksida sehingga menimbulkan gelembung pada larutan. Gas yang terbentuk memberikan sensasi rasa segar serta membantu menutupi rasa tidak enak dari bahan aktif. Gas karbonat yang terbentuk memberikan sensasi rasa segar dan membantu menutupi rasa tidak enak dari bahan aktif yang digunakan dalam formulasi (Munifatul et al., 2023). Formulasi ekstrak buah murbei dalam bentuk granul *effervescent* diperlukan untuk meningkatkan palatabilitas dan kenyamanan konsumsi karena kandungan tanin yang dapat menghasilkan rasa sepat.

## **METODE**

### **Alat dan Bahan**

#### **Alat:**

Alat yang digunakan pada penelitian yaitu timbangan analitik (*OHAUS*), *rotary evaporatory (RE-100S)*, oven, tabung reaksi (*pyrex*), rak tabung reaksi, *beaker glass (pyrex)*, cawan porselen, gelas ukur (*pyrex*), kaca arloji, kertas perkamen, batang pengaduk, ayakan mesh 44, ayakan mesh 14, kertas saring, pH meter (*BP3001*), *stopwatch*, erlenmeyer (*pyrex*), kuvet, spektrofotometer UV-Vis LABO 7809, mortir dan stemper.

#### **Bahan:**

Bahan yang digunakan pada penelitian yaitu buah murbei hitam, etanol 96% (*Merck*), asam asetat (*smartlab*), asam sulfat (*Merck*), asam klorida (*Merck*), klorofom (*Merck*), NaOH (*Merck*), FeCl<sub>3</sub> (*Merck*), gelatin (*Merck*), asam sitrat (*Merck*), asam tartrat (*Merck*), natrium bikarbonat (*Merck*), polivinilpirolidon (*unilong*), manitol (*Merck*), asam galat (*Sigma Aldrich*), Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (*Merck*), pereaksi wagner (*nitra kimia*), pereaksi mayer (*nitra kimia*), pereaksi dragendrof (*nitra kimia*) dan reagen *Folin-cioceltea* (*Merck*).

#### **Penyiapan Simplisia Buah Murbei (*Morus nigra L.*)**

Buah murbei dikumpulkan dari kota Bojonegoro kemudian dilakukan determinasi tanaman yang dilaksanakan di UPT Laboratorium Herbal Materia Medica Batu. Buah murbei dicuci menggunakan aliran mengalir hingga bersih. Oven diatur pada suhu 40–60°C untuk mengeringkan buah murbei (Ariani et al., 2022). Buah murbei kering diblender dan di ayak menggunakan ayakan mesh nomor 40.

#### **Pembuatan Ekstrak Buah Murbei (*Morus nigra L.*)**

Ekstraksi dilakukan menggunakan metode maserasi dan remaserasi dengan pelarut etanol 96% dengan perbandingan 1:10. Maserat yang diperoleh diuapkan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 50° C hingga diperoleh ekstrak kental (Yuniati, 2023b). Rendemen dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{Berat ekstrak buah murbei}}{\text{Berat serbuk buah murbei}} \times 100\%$$

#### **Uji Bebas Etanol Ekstrak Buah Murbei (*Morus nigra L.*)**

Uji bebas etanol dilakukan dengan menambahkan 1 mL asam asetat (CH<sub>3</sub>COOH) dan 1 mL asam sulfat pekat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ke dalam larutan ekstrak. Campuran dihomogenkan dan dipanaskan, jika tidak tercium bau ester menunjukkan bahwa ekstrak bebas etanol (Luz et al., 2021).

#### **Skrining Fitokimia Ekstrak Buah Murbei (*Morus nigra L.*)**

##### **Alkaloid**

Ekstrak dimasukkan ke dalam dua tabung reaksi, masing-masing ditambahkan 0,2 mL asam klorida 2 N. Pereaksi mayer ditambahkan pada tabung pertama dan pereaksi dragendorff pada tabung kedua. Terbentuknya endapan putih dan jingga menunjukkan adanya alkaloid. (Afira Hutasuhut et al., 2022).

#### Flavonoid

Larutan ekstrak ditambahkan dengan 2 tetes NaOH. Perubahan warna menjadi jingga menunjukkan adanya flavonoid. (Afira Hutasuhut et al., 2022).

#### Saponin

Ekstrak ditambahkan 10 mL air panas, kemudian dikocok selama 1 menit. Terbentuknya busa stabil setinggi 1-10 cm menunjukkan adanya saponin (Afira Hutasuhut et al., 2022).

#### Terpenoid dan Steroid

Larutan ekstrak ditambahkan 3 mL asam sulfat pekat dan 2 mL kloroform. Terbentuknya cincin kuning hingga coklat kemerahan menunjukkan adanya terpenoid, sedangkan perubahan warna merah menunjukkan adanya steroid (Afira Hutasuhut et al., 2022).

#### Tanin

Larutan ekstrak ditambahkan 2-3 tetes  $FeCl_3$  1%. Perubahan warna menjadi hijau tua menunjukkan adanya tanin. Pengujian juga dapat dilakukan dengan penambahan gelatin 1% yang menghasilkan endapan putih (Afira Hutasuhut et al., 2022).

### Formulasi Granul *Effervescent* Ekstrak Buah Murbei (*Morus nigra* L.)

Tabel 2.1 Formulasi Granul *Effervescent*

Bahan	F1	F2	F3	Standar (%)
Ekstrak Buah Murbei (zat aktif)	5	10	15	-
Asam Sitrat (sumber asam)	10	10	10	10-40 (Handbook of Pharmaceutical Excipients Ed. 6 hal 181)
Asam Tartrat (sumber asam)	15	15	15	5-25 (Handbook of Pharmaceutical Excipients Ed. 6 hal 731)
Natrium Bikarbonat (sumber basa)	25	25	25	25-50 (Handbook of Pharmaceutical Excipients Ed. 6 hal 629)
PVP (pengikat)	2	2	2	0,5-5 (Handbook of Pharmaceutical Excipients Ed. 6 hal 581)
Manitol (pengisi)	30	30	30	10-90 (Handbook of Pharmaceutical Excipients Ed. 6 hal 424)
Stevia (pemanis)	0,4	0,4	0,4	0-0,4 mg (PerBPOM No. 11 2019)
Aerosil ( <i>glidant</i> )	0,5	0,5	0,5	0,1-1 (Handbook of Pharmaceutical Excipients Ed. 6 hal 185)

Berry <i>aromatic essence</i> (corigen)	q.s	q.s	q.s	-
--	-----	-----	-----	---

Keterangan:

F1 = Formulasi 1

F2 = Formulasi 2

F3 = Formulasi 3

### **Pembuatan Granul *Effervescent* Ekstrak Buah Murbei (*Morus nigra* L.)**

Komponen asam dibuat dengan mencampurkan asam sitrat, asam tartrat, ekstrak buah murbei dan sebagian polivinilpirolidon, kemudian diaduk hingga homogen. Komponen basa dibuat dengan mencampurkan natrium bikarbonat, mannitol, stevia dan sebagian polivinilpirolidon hingga homogen. Kedua komponen kemudia dicampirkan hingga membentuk massa granul, diayak menggunakan ayakan mesh nomor 14. Granul yang terbentuk dikeringkan dalam oven pada suhu 45° C hingga diperoleh kadar air 2-5%. Granul yang telah kering digunakan untuk pengujian karakteristik fisik.

### **Evaluasi Karakteristik Fisik Granul**

#### **Uji Organoleptik**

Granul diamati secara visual meliputi rasa, warna dan aroma (Dewi Samila et al., 2024).

#### **Uji homogenitas**

Granul sebanyak 5 gram dilarutkan dalam 50 mL aquadest, kemudian diamati adanya partikel yang tidak larut. Larutan dinyatakan homogen apabila tidak terdapat gumpalan (Nisak et al., 2025).

#### **Uji Waktu Alir**

Granul sebanyak 100 gram dimasukkan ke dalam *flow tester*, kemudian waktu alir dicatat menggunakan *stopwatch* (Oktavina et al., 2023).

#### **Uji Sudut Diam**

Granul diukur tinggi dan diameter granul yang membentuk gunung menggunakan rumus: (Oktavina et al., 2023)

$$\alpha = \tan^{-1} h/r$$

keterangan:

$\alpha$  = sudut diam

h = tinggi (cm)

r = jari – jari (cm)

#### **Uji Kompresibilitas**

Granul sebanyak 100 gram dimasukkan ke dalam gelas ukur untuk menentukan volume awal ( $V_0$ ). Granul dipadatkan sebanyak 500 ketukan dan volume akhir ( $V_1$ ) dicatat. Nilai kompresibilitas granul dilakukan perhitungan menggunakan rumus:

$$I = \frac{V_0 - V_1}{V_0} \times 100\%$$

Keterangan:

I = % kompresibilitas

$V_0$  = Volume awal

$V_1$  = Volume akhir

### **Uji pH**

Granul sebanyak 5 gram dilarutkan dalam 100 mL aquadest, Ph diukur menggunakan ph meter (Farida et al., 2020).

### **Uji Kadar Air**

Granul sebanyak 3 gram dimasukkan ke dalam *moisture analyzer* dan diukur hingga diperoleh kadar air (Oktavina et al., 2023)

### **Uji Waktu Larut**

Granul sebanyak 5 gram dilarutkan dalam 100 ml aquadest, waktu larut dicatat hingga granul larut sempurna (Oktavina et al., 2023)

## **Pengujian Kadar Tanin Total**

### **Penentuan Panjang Gelombang Maksimum**

Reagen *Folin-Ciocalteu* sebanyak 1 mL dan larutan asam galat 4 ppm ditambahkan ke dalam labu takar 10 mL, kemudian di homogenkan dan didiamkan selama lima menit. Larutan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 15% sebanyak 2 mL ditambahkan, dihomogenkan dan didiamkan selama lima menit. Pengukuran panjang gelombang *range* 400 dan 800 nm dilakukan setelah 10 mL aquadest ditambahkan. (Fatonah et al., 2021).

### **Penentuan Waktu Stabil**

Labu ukur 10 mL diisi dengan larutan asam galat standar 4 ppm, 1 mL reagen *Folin-Ciocalteu*, dikocok dan didiamkan selama lima menit. 2 mL larutan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 15% kemudian ditambahkan, diaduk hingga homogen dan didiamkan selama lima menit. Sepuluh mililiter air suling kemudian ditambahkan. Interval absorbansi diukur pada  $\lambda_{max}$  dengan interval waktu pengamatan 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 sampai 100 menit (Fatonah et al., 2021).

### **Pembuatan Kurva Kalibrasi Standar Asam Galat**

Reagen *Folin-Ciocalteu* sebanyak 1 mL ditambahkan ke dalam labu ukur berisi larutan asam galat standar yang telah disiapkan, dikocok dan didiamkan selama lima menit. Larutan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 15% 2 mL ditambahkan, diaduk hingga homogen dan didiamkan selama lima menit. Aquadest ditambahkan hingga tanda batas dan didiamkan dalam rentang waktu stabil. Absorbansi diukur dengan panjang gelombang maksimum pada konsentrasi 15 ppm,30 ppm,45 ppm, 60 ppm dan 75 ppm (Fatonah et al., 2021).

### **Penentuan Kadar Tanin Ekstrak Buah Murbei (*Morus nigra* L.)**

Ekstrak buah murbei kental diencerkan. Campuran tersebut diaduk dan didiamkan selama lima menit, 1 mL larutan ekstrak yang dihasilkan dipipet ditambahkan 1 mL reagen *Folin-Ciocalteu*. Kemudian ditambahkan 2 mL larutan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 15%, dicampur hingga homogen dan didiamkan selama lima menit. Aquadest ditambahkan hingga tanda batas dan didiamkan dalam rentang waktu stabil. Absorbansi diukur dengan panjang gelombang maksimum (Fatonah et al., 2021).

### **Penentuan Kadar Tanin Granul *Effervescent* Ekstrak Buah Murbei (*Morus nigra* L.)**

Granul *effervescent* dilarutkan dengan 100 mL aquadest. 1 mL larutan disaring dan dicampur dengan reagen *Folin-Ciocalteu*, dikocok dan didiamkan selama lima menit. Larutan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 15% ditambahkan sebanyak 2 mL, dicampur rata, dan didiamkan selama lima menit. Aquadest ditambahkan hingga tanda batas

dan didiamkan dalam rentang waktu stabil. Absorbansi diukur dengan panjang gelombang maksimum (Fatonah et al., 2021).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Proses ekstraksi dilakukan untuk memperoleh senyawa aktif dari buah murbei dalam bentuk ekstrak kental. Parameter yang diamati yaitu rendemen ekstrak yang menunjukkan hasil dari proses ekstraksi. Hasil ekstraksi buah murbei ditampilkan pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Hasil Ekstraksi Buah Murbei (*Morus nigra* L.)

Berat serbuk (gram)	Berat ekstrak (gram)	Rendemen
1000	162	16,2%

Uji bebas etanol dilakukan untuk memastikan tidak adanya sisa pelarut etanol dalam ekstrak yang dapat mempengaruhi keamanan. Hasil pengujian bebas etanol pada ekstrak buah murbei ditampilkan pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Hasil Uji Bebas Etanol Ekstrak Buah Murbei (*Morus nigra* L.)

Ekstrak	Pereaksi	Hasil Pengamatan	Kesimpulan
Ekstrak buah murbei	Asam asetat + asam sulfat pekat	Tidak tercium 182auk has ester	Positif (+)

Skrining fitokimia dilakukan untuk mengidentifikasi kandungan senyawa metabolit sekunder dalam ekstrak buah murbei yang berpotensi sebagai senyawa aktif. Hasil skrining fitokimia ditampilkan pada Tabel 3.3

Tabel 3.3 Hasil Skrining Fitokimia Ekstrak Buah Murbei (*Morus nigra* L.)

Golongan Senyawa	Pereaksi	Kesimpulan
Alkaloid	Mayer	Positif (+)
	Dragendorff	Positif (+)
Flavonoid	Serbuk Mg + HCl	Positif (+)
Saponin	Aquadest panas + HCl	Positif (+)
Terpenoid	Kloroform + asam sulfat pekat	Positif (+)
Tanin	FeCl <sub>3</sub>	Positif (+)
	Gelatin	Positif (+)

Evaluasi karakteristik fisik granul *effervescent* dilakukan untuk mengetahui mutu fisik sediaan yang meliputi parameter organoleptik, homogenitas, waktu alir, sudut diam, kompresibilitas, pH, kadar air dan waktu larut. Hasil pengujian ditampilkan pada Tabel 3.4

Tabel 3.4 Hasil Uji Karakteristik Fisik Granul *Effervescent* Ekstrak Buah Murbei (*Morus nigra* L.)

Uji Evaluasi Organoleptik	Formulasi			
	F1	F2	F3	
Rasa	Asam	Asam	Asam	
Warna	Pink	Ungu	Ungu pekat	
Aroma	Khas Murbei Hitam Ringan	Khas Murbei Hitam Sedang	Khas Murbei Hitam Tajam	
Bentuk	Granul	Granul	Granul	
Homogenitas	Homogen	Homogen	Homogen	
Pengujian	Rata – Rata			Syarat
	F1	F2	F3	
Waktu Alir	07,57 detik	07,60 detik	07,56 detik	< 10 detik
Sudut Diam	36,1°	32,7°	25,8°	25°-40°
Kompresibilitas	5%	4,3%	5,3%	< 20%
pH	5,85	6,15	5,84	5-7
Kadar Air	2,59%	2,32%	2,37%	< 5%
Waktu Larut	1.34 menit	2.24 menit	3.06 menit	< 5 menit

Keterangan:

F1 = Formulasi 1

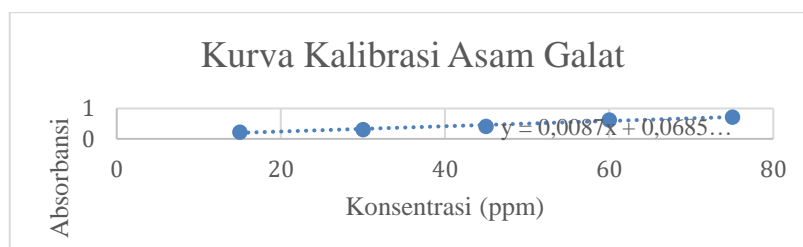
F2 = Formulasi 2

F3 = Formulasi 3

Penentuan absorbansi asam galat dilakukan untuk memperoleh kurva kalibrasi sebagai dasar dalam perhitungan kadar tanin total. Hubungan antara konsentrasi dan absorbansi digunakan untuk menentukan persamaan regresi linear. Hasil pengukuran ditampilkan pada Tabel 3.5

Tabel 3.5 Penentuan Absorbansi Asam Galat

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
15	0,2272
30	0,3107
45	0,4126
60	0,6213
75	0,7225



Gambar 3.1 Kurva Kalibrasi Asam Galat

Penetapan kadar tanin total dilakukan untuk mengetahui kandungan senyawa aktif dalam ekstrak dan granul *effervescent* buah murbei dan pengaruh variasi konsentrasi ekstrak terhadap kadar tanin. Hasil penetapan kadar tanin total ditampilkan pada Tabel 3.6

Tabel 3.6 Hasil Kadar Tanin Ekstrak dan Granul *Effervescent* Buah Murbei (*Morus nigra* L.)

	Rata – Rata Absorbansi	Kandungan Tanin Total (mg GAE/ g)	% Tanin Total
Ekstrak	0,6573	67,68	6,76%
F1	0,4383	8,50	0,85%
F2	0,5892	11,97	1,19%
F3	0,7196	14,96	1,49%

Keterangan:

F1 = Formulasi 1

F2 = Formulasi 2

F3 = Formulasi 3

## PEMBAHASAN

Buah murbei (*Morus nigra* L.) yang digunakan dalam penelitian ini telah ditentukan secara botani di UPT Laboratorium Herbal Materia Medica Batu bahwa hasil sampel merupakan buah murbei dari famili *Moraceae* yang dibuktikan dengan kunci determinasi yaitu 1b-2b-3b-4b-12b-13b-17b-18b-19b-20b-21b-22b-23b-24b-25b-26b-27b-799b-800a: *Moraceae*-1b-2b-4b-6b-8b-9a-10a-11b-12b: *Morus*. Ekstrak kental yang diperoleh sebanyak 162 gram dari 1 kg simplisia kering, sehingga diperoleh rendemen sebesar 16,2%. Rendemen merupakan persentase hasil ekstrak yang diperoleh dari berat awal simplisia dan digunakan sebagai indikator keberhasilan proses ekstraksi serta kualitas bahan baku (Kusuma *et al.*, 2022).

Hasil skrining fitokimia terhadap ekstrak buah murbei menunjukkan adanya kandungan beberapa golongan senyawa metabolit sekunder yaitu alkaloid, flavonoid, saponin, terpenoid dan tanin. Keberadaan senyawa-senyawa ini ditunjukkan melalui reaksi warna dan pembentukan endapan khas pada masing-masing uji kualitatif. Alkaloid terdeteksi oleh terbentuknya endapan putih dan jingga pada penambahan pereaksi mayer dan dragendorff akibat pembentukan kompleks dengan gugus nitrogen. Uji flavonoid menunjukkan perubahan warna menjadi merah yang mengindikasikan terbentuknya senyawa flavylum dalam suasana asam (Gustiana *et al.*, 2022). Saponin teridentifikasi melalui terbentuknya busa stabil yang disebabkan oleh sifat amfipatiknya yang mampu menurunkan tegangan permukaan (Mahmud Arrafiq *et al.*, 2025). Senyawa terpenoid ditandai dengan perubahan warna merah akibat reaksi dengan asam sulfat pekat yang membentuk sistem terkonjugasi (Gustiana *et al.*, 2022). Tanin ditunjukkan melalui perubahan warna menjadi hijau kehitaman dengan  $FeCl_3$  dan terbentuknya endapan dengan gelatin akibat interaksi dengan gugus fenolat dan protein (Gustiana *et al.*, 2022).

Uji organoleptik menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak buah murbei mempengaruhi rasa, warna, dan aroma granul *effervescent*. Seluruh formula

memiliki rasa asam dari sistem *effervescent*, namun intensitas rasa murbei semakin kuat pada konsentrasi ekstrak yang lebih tinggi. Warna berubah dari pink menjadi ungu pekat seiring peningkatan kadar ekstrak akibat kandungan antosianin yang peka terhadap pH asam. Aroma juga meningkat intensitasnya karena senyawa volatil alami dalam ekstrak (Nguyen *et al.*, 2023). Meskipun demikian, seluruh formula tetap memiliki bentuk granul yang seragam, menandakan proses granulasi berjalan optimal.

Uji homogenitas dilakukan untuk memastikan ekstrak buah murbei terdistribusi merata dalam setiap formula granul *effervescent* untuk menjamin keseragaman dosis. Hasil pengamatan pada seluruh formula menunjukkan tidak adanya penggumpalan maupun pemisahan komponen, sehingga menandakan pencampuran berlangsung optimal. Penggunaan metode granulasi basah karena mampu meningkatkan kohesi antar partikel serta membantu mendistribusikan ekstrak buah murbei secara merata bersama bahan tambahan lainnya, sehingga setiap bagian granul memiliki komposisi yang relatif sama (Rahma *et al.*, 2024).. Secara keseluruhan, seluruh formula memenuhi persyaratan homogenitas dan mutu fisik granul.

Uji waktu alir dilakukan untuk mengetahui kemampuan granul mengalir melalui *flow tester* dalam waktu tertentu. Parameter ini digunakan karena sifat alir yang baik akan memudahkan proses pengemasan dan menjamin keseragaman bobot sediaan. Syarat waktu alir yang baik yaitu kurang dari 10 detik (Dewi *et al.*, 2025). Uji waktu alir menunjukkan rata-rata 7,57 detik (F1), 7,60 detik (F2), dan 7,56 detik (F3). Seluruh nilai berada di bawah 10 detik, sehingga ketiga formula memenuhi kriteria sifat alir granul yang baik. Karakteristik alir dipengaruhi oleh ukuran, bentuk dan kohesivitas partikel (Dewi *et al.*, 2025). Granul dinilai memiliki sifat alir yang baik apabila dapat mengalir secara bebas melalui corong pengujian tanpa hambatan (*free flowing*). Tingginya gaya kohesi antar partikel dapat menghambat pergerakan granul sehingga alirannya menjadi kurang lancar (Dewi *et al.*, 2025). Penambahan aerosil berperan dalam mengurangi kelembapan dan gaya gesek antarpartikel sehingga granul dapat mengalir lebih bebas. Perbedaan kecil antar formula diduga berkaitan dengan variasi teknis selama granulasi basah, seperti distribusi ukuran partikel dan kadar kelembapan. Selisih yang diperoleh masih dalam batas variasi eksperimental yang dapat diterima. Hasil uji statistik menunjukkan data berdistribusi normal dan homogen ( $p > 0,05$ ). Hasil serupa juga dilaporkan oleh Luh *et al.*, (2024) yang menyatakan bahwa fluktuasi kecepatan alir dapat terjadi akibat sebagian granul mengalami penggumpalan selama proses pencampuran karena pengaruh kelembapan udara, namun secara keseluruhan ketiga formula tetap menunjukkan sifat alir yang baik. Uji One Way ANOVA menghasilkan nilai signifikansi 0,958 ( $p > 0,05$ ), yang menandakan tidak terdapat perbedaan bermakna antar formula. Variasi konsentrasi ekstrak buah murbei tidak mempengaruhi sifat alir granul secara signifikan. Secara keseluruhan, granul *effervescent* yang dihasilkan memenuhi persyaratan mutu fisik terkait karakteristik alir.

Uji sudut diam dilakukan untuk mengevaluasi sifat alir granul berdasarkan kemampuan partikel yang membentuk kerucut saat dituangkan. Sudut diam mencerminkan tingkat gesekan dan kohesivitas antar partikel, semakin kecil sudut diam menunjukkan sifat alir yang semakin baik (Indriastuti *et al.*, 2023). Uji sudut diam menunjukkan nilai rata-rata 36,1° (F1), 32,7° (F2), dan 25,8° (F3). Seluruh

formula masih berada dalam rentang yang dapat diterima ( $25^{\circ}$ – $40^{\circ}$ ), dengan kecenderungan penurunan sudut diam seiring peningkatan konsentrasi ekstrak buah murbei. Formula F3 menunjukkan sifat alir paling baik. Peningkatan konsentrasi ekstrak menghasilkan granul yang lebih kompak dan berukuran lebih besar sehingga kohesivitas antarpartikel menurun dan aliran menjadi lebih baik. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Mayefis et al., (2022) yang melaporkan bahwa formula 3 yaitu 60% ekstrak herbal meniran menghasilkan nilai sudut diam paling kecil. Hal tersebut menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak dapat memperbaiki sifat alir granul melalui penurunan kohesivitas antar partikel. Data tidak terdistribusi normal ( $p < 0,05$ ), sehingga analisis menggunakan uji *Kruskal–Wallis* yang menunjukkan adanya perbedaan antarformula ( $p = 0,025$ ). uji *Mann Wallis* tidak menunjukkan perbedaan signifikan pada perbandingan berpasangan ( $p > 0,05$ ). Secara umum, peningkatan konsentrasi ekstrak cenderung memperbaiki sifat alir granul dan seluruh formula memenuhi persyaratan mutu sudut diam.

Uji kompresibilitas granul adalah 5% (F1), 4,3% (F2), dan 5,3% (F3), seluruhnya berada di bawah batas 20% sehingga menunjukkan sifat alir yang sangat baik dengan kohesivitas rendah. Nilai yang rendah ini berkaitan dengan penggunaan polivinilpirolidon sebagai pengikat yang menghasilkan granul lebih kompak dan berukuran lebih besar. Hal tersebut didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Rijal et al., (2022) yang menunjukkan bahwa penggunaan polivinilpirolidon sebagai bahan pengikat menghasilkan granul dengan nilai kompresibilitas di bawah 20% karena kemampuannya dalam mengikat partikel dan meningkatkan ukuran granul. Data tidak terdistribusi normal ( $p < 0,05$ ) dan dianalisis menggunakan uji *Kruskal–Wallis*, yang menunjukkan tidak terdapat perbedaan bermakna antar formula ( $p = 0,110$ ). Variasi konsentrasi ekstrak buah murbei tidak memengaruhi kompresibilitas granul secara signifikan dan seluruh formula memenuhi persyaratan mutu fisik.

Pengujian pH dilakukan untuk mengevaluasi tingkat keasaman larutan setelah granul *effervescent* dilarutkan. Rentang pH yang dapat diterima untuk sediaan *effervescent* adalah 5–7. Rata-rata pH yang diperoleh yaitu 5,85 (F1), 6,15 (F2), dan 5,84 (F3), sehingga seluruh formula memenuhi persyaratan. Nilai pH terutama dipengaruhi oleh rasio asam–basa dalam sistem *effervescent* yang diformulasikan seimbang (1:1). Ekstrak buah murbei bersifat asam, kontribusinya terhadap pH akhir relatif kecil dibandingkan efek penyangga dari kombinasi asam dan basa, sehingga seluruh formula tetap berada pada kisaran mendekati netral. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Rizki Handayani et al., (2025) bahwa sistem granul *effervescent* dengan kombinasi asam–basa menghasilkan pH larutan relatif stabil (6,4–6,6), sehingga penambahan sari buah tidak memberikan perubahan pH yang signifikan. Temuan tersebut menegaskan bahwa sistem penyangga dari komponen asam–basa *effervescent* lebih dominan dalam menentukan pH dibandingkan kontribusi ekstrak. Seluruh formula dalam penelitian ini berada pada rentang pH yang dipersyaratkan (5–7), menunjukkan tingkat keasaman yang sesuai dan kestabilan reaksi asam–basa meskipun terdapat penambahan ekstrak buah murbei. Hasil menunjukkan tidak terdapat perbedaan bermakna antar formula ( $p = 0,061$ ).

Uji kadar air granul adalah 2,59% (F1), 2,32% (F2), dan 2,37% (F3), seluruhnya berada di bawah batas 5% sehingga memenuhi persyaratan mutu dan

menunjukkan stabilitas yang baik. Kesamaan nilai antar formula berkaitan dengan komposisi bahan *effervescent* yang sama, sedangkan variasi kecil kemungkinan dipengaruhi oleh proses pengeringan. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Rashati et al., 2024 yang menyatakan bahwa bahan higroskopis seperti asam sitrat dan asam tartrat dapat menyerap uap air dan udara sehingga meningkatkan kadar air sediaan, semakin tinggi kandungan zat higroskopis dalam formula maka kadar air yang dihasilkan juga cenderung meningkat. Analisis statistik menunjukkan tidak terdapat perbedaan bermakna antar formula ( $p > 0,05$ ). Hal ini menandakan bahwa variasi konsentrasi ekstrak buah murbei tidak mempengaruhi kadar air granul secara signifikan.

Uji waktu larut dilakukan untuk menilai kecepatan granul *effervescent* bereaksi dalam air hingga produksi CO<sub>2</sub> berhenti. Seluruh formula memenuhi persyaratan waktu larut <5 menit, dengan rata-rata 1,34 menit (F1), 2,24 menit (F2), dan 3,06 menit (F3). Terjadi peningkatan waktu larut seiring kenaikan konsentrasi ekstrak buah murbei. Konsentrasi ekstrak yang lebih tinggi meningkatkan jumlah padatan dan kepadatan granul, sehingga penetrasi air dan reaksi asam-basa berlangsung lebih lambat. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Rudang et al., (2024) bahwa konsentrasi ekstrak yang paling besar mempengaruhi waktu larut granul sehingga mengakibatkan waktu larut yang diperoleh lebih lama dibandingkan formula yang lainnya. Uji *One Way ANOVA* menunjukkan adanya perbedaan bermakna antar formula ( $p < 0,05$ ), dan uji lanjut Tukey menegaskan bahwa seluruh pasangan formula berbeda signifikan. Dengan demikian, peningkatan konsentrasi ekstrak buah murbei berpengaruh signifikan terhadap waktu larut granul *effervescent*, meskipun seluruhnya masih memenuhi persyaratan mutu.

Penetapan kadar tanin total menggunakan metode *Folin-Ciocalteu* menunjukkan linearitas yang baik ( $R^2 = 0,975$ ) pada panjang gelombang 675 nm dan memiliki *operating time* pada menit ke 93-97. Kadar tanin total ekstrak buah murbei sebesar 67,68 mg GAE/g sedangkan setelah diformulasikan menjadi granul *effervescent*, kadar tanin menurun menjadi 8,50 mg GAE/g (F1), 11,97 mg GAE/g (F2) dan 14,97 mg GAE/g (F3). Peningkatan terjadi seiring bertambahnya konsentrasi ekstrak. Penurunan kadar dibandingkan ekstrak murni mengindikasikan adanya kemungkinan degradasi atau interaksi dengan excipien selama proses granulasi dan pengeringan (Najihudin et al., 2022). Senyawa tanin yang bersifat mudah teroksidasi berpotensi mengalami perubahan struktur akibat paparan panas, kelembapan, maupun kontak dengan bahan tambahan, sehingga mempengaruhi kadar terukur pada produk akhir. Analisis statistik menunjukkan perbedaan bermakna antar formula ( $p < 0,05$ ), dengan seluruh pasangan berbeda signifikan. Hal ini menegaskan bahwa konsentrasi ekstrak merupakan faktor determinan terhadap kadar tanin dalam sediaan. Dengan demikian, peningkatan konsentrasi ekstrak secara konsisten meningkatkan kandungan tanin dalam granul *effervescent*, meskipun proses formulasi dapat menurunkan kadar relatif dibandingkan ekstrak awal. Penurunan kadar dapat disebabkan oleh degradasi selama proses pengolahan seperti pengaruh suhu dan oksidasi. Senyawa tanin yang masih terdeteksi menunjukkan bahwa komponen aktif tetap dapat dipertahankan dalam sediaan sehingga masih berpotensi memberikan aktivitas biologis (Silva Mariana de Oliveira et al., 2025). Temuan ini menunjukkan bahwa sistem granul *effervescent*

masih mampu mempertahankan senyawa aktif, namun optimasi proses diperlukan untuk meminimalkan potensi kehilangan selama formulasi.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, ekstrak buah murbei berhasil diformulasikan menjadi granul *effervescent* yang memenuhi persyaratan mutu fisik sediaan. Penetapan kadar tanin total menunjukkan bahwa ekstrak memiliki kadar sebesar 67,68 mg GAE/g, sedangkan pada granul *effervescent* masing-masing sebesar 8,50 mg GAE/g (F1), 11,97 mg GAE/g (F2), dan 14,97 mg GAE/g (F3). Kadar tanin meningkat seiring dengan kenaikan konsentrasi ekstrak dalam formulasi. Formulasi granul *effervescent* ekstrak buah murbei mampu mempertahankan kandungan tanin.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis sangat mengapresiasi bantuan dan fasilitas yang diberikan Universitas Muhammadiyah Kudus selama proses studi. Ucapan terima kasih disampaikan kepada pembimbing atas arahan dan saran yang berharga dalam menyelesaikan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afira Hutasuhut, D., Aspriyanto, D., & Wayan Arya Krishnawan Firdaus, I. (2022). Uji Fitokimia Kualitatif Dan Kuantitatif Ekstrak Kulit Buah Rambai (*Baccaurea Motleyana*) Konsentrasi 100%. In *Dentin Jurnal Kedokteran Gigi* (Vol. 2022, Number 2).
- Budi Riyanti Hurip, & Apriani Wilianita Risa. (2023). Penetapan Kadar Tanin Dalam Ekstrak Etanol Daun Angsana (*Pterocarpus Indicus* Willd) Hasil Maserasi Dan Sokletasi Menggunakan Spektrofotometer Uv-Vis. In *Medical Sains : Jurnal Ilmiah Kefarmasian* (Vol. 8, Number 1).
- Dewi, H. E., Nur Rahmah, N. C., Yani, N. R., Putri, R. A., & Silviana Dewi. (2025). Formulasi Granul dengan Pati Sukun (*Artocarpus artilis*) sebagai Glidan. *Lansau: Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 3(1), 10–18. <https://doi.org/10.33772/lansau.v3i1.39>
- Dewi Samila, N. L., Suradsnyana, I. G. M., & Juliadi, D. (2024). Formulation And Physical Quality Test of Effervescent Granules of Bay Leaf Extract (*Syzygium polyanthum*). *Jurnal Integrasi Obat Tradisional* •, 3(2), 2963–2161. <https://doi.org/10.36733/usadha.v3i02.7180>
- Farida, Y., & Rahmadani, H. (2020). Formulasi Granul Effervescent Ekstrak Etanol Buah Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.) dengan Variasi Sumber Asam dan Uji Aktivitas Antioksidan. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 29(2020), 96–101.
- Fatonah, R., Mulyaningsih, S., & Ardiana, C. (2021.). Penentuan Kadar Total Tanin Dari Ekstrak Daun Binahong (*Anredera cordifolia*). In *Jurnal Life Science* (Vol. 3, Number 2).
- Fatonah, R., Mulyaningsih, S., & Ardiana, C. (2021). Penentuan Kadar Total Tanin dari Ekstrak Daun Binahong (*Anredera cordifolia*). In *Jurnal Life Science* (Vol. 3, Number 1).
- Gustiana, S., Mustariani, B. A. A., & Suryani, N. (2022). Skrining Fitokimia Dan Uji Aktivitas Antibakteri Kombinasi Ekstrak Etanol Daun Seledri (*Apium Graveolens* L.) Dan Kelor (*Moringa Oleifera* L.) Sebagai Zat Aktif Masker

- Wajah. *Spin Jurnal Kimia & Pendidikan Kimia*, 4(1), 95–107. <https://doi.org/10.20414/spin.v4i1.5150>
- Indriastuti, M., Fuji Astuti, A., Yusuf, A. L., Akbar, F., Rahmah Kurnia, S. R., (2023). Formula Optimization Of Effervescent Granule Of Moringa Leaf Extract (*Moringa Oleifera* L.). In *Open Journal Systems STF Muhammadiyah Cirebon : ojs.stfmuhammadiyahcirebon.ac.id* (Vol. 8, Number 3).
- Jing, W., Xiaolan, C., Yu, C., Feng, Q., & Haifeng, Y. (2022). Pharmacological effects and mechanisms of tannic acid. In *Biomedicine and Pharmacotherapy* (Vol. 154). Elsevier Masson s.r.l. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2022.113561>
- Lina, R. N., & Rahmawaty, A. (2021). Uji Efek Antidiare Kombinasi Ekstrak Etanol Biji Pepaya (*Carica Papaya* L.) Dan Rumput Teki (*Cyperus Rotundus* L.) Pada Mencit Jantan.
- Luh, N., Dewi, S., Gede, I., Suradnyana, M., & Juliadi, D. (2024). Formulation And Physical Quality Test of Effervescent Granules of Bay Leaf Extract (*Syzygium polyanthum*). *Jurnal Integrasi Obat Tradisional* •, 3(2), 2963–2161. <https://doi.org/10.36733/usadha.v3i02.7180>
- Luz, M., Klau, C., Indriarini, D., & Listyawati Nurina, R. (2021). Uji Aktivitas Ekstrak Etanol Daun Kemangi (*Ocimum Sanctum* L.) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Escherichia Coli Secara In Vitro. In *Uji Aktivitas Ekstrak Etanol Cendana Medical Journal* (Vol. 21, Number 1).
- Mahmud Arrafiq, A., Retnowati, E., & Muhammadiyah Kudus, U. (2025). Formulation and Antioxidant Activity Testing of Facial Serum from Ethanolic Extract of Kersen Leaves (*Muntingia calabura* L.). *Nusantara Hasana Journal*, 5(2), 1–19.
- Mayefis, D., & Bidriah, M. (2022). Formulasi Sediaan Tablet *Effervescent* Ekstrak Herbal Meniran (*Phyllanthus niruri* L) dengan Variasi Konsentrasi Sumber Asam dan Basa *O R I G I N A L A R T I C L E*. <http://journal.ahmareduc.or.id/index.php/AMHJ>
- Munifatul, L., Saputra, S. A., Syifa, A., & Istighfarin. (2023). Formulasi dan uji aktifitas antioksidan dalam sediaan granul *effervescent* dengan perbedaan variasi kombinasi sumber asam terhadap laju larut granul dari herba pegagan (*Centella asiatica* (L.) Urb).
- Najihudin, A., Rahmat, D., Safira, & Anwar, E. R. (2022). Formulation Of Instant Granules From Ethanol Extract Of Tahongai (*Kleinhovia hospita* L.) Leaves As Antioxidant.
- Nisak, C., Sukoharjanti, B. T., & Kudus, U. M. (2025) Physical Characteristics Test of Clay Mask Formulation from Purple Leaf Ethanol Extract (*Graptophyllum pictum* L.Griff) and Antibacterial Activity Test against *Staphylococcus aureus*. *Nusantara Hasana Journal*, 5(2), Page.
- Oktavina, W. R., & Imtihani, H. N. (2023). Formulasi dan Evaluasi Suspensi Granul *Effervescent* Ekstrak Kitosan Cangkang Kepiting Bakau (*Scylla serrata*) Dengan Perbandingan Natrium Bikarbonat. *Journal of Islamic Pharmacy*, 8(2), 62–67. <https://doi.org/10.18860/jip.v8i2.23533>
- Rahma, J., Dewi, A. P., Miranti, S., Wibowo, H. A., & Firdaus, N. S. (2024). Formulasi Sediaan Tablet Dan Evaluasi Dari Jenis Zat Aktif Dengan Metode Granulasi Basah.

- Rashati, D., Putri, C. D., Tazkia Aprilia, I., Falahi, A., & Maulani, D. (2024). Pengaruh Variasi Konsentrasi Asam Basa Terhadap Sifat Fisik Dan Stabilitas Granul *Effervescent* Ekstrak Daun Katuk (*Sauropus androgynus* (L) Merr.). In *Jurnal Ilmiah Farmasi Akademi Farmasi* (Vol. 7, Number 2).
- Restu Yudha Pramesthi, A. (2024). Bioactivity, Synthesis, And Innovative Applications Of Tannins: A Literature Review. *Variable Research Journal*, 01, 1.
- Rijal, M., Buang, A., & Prayitno, S. (2022). Pengaruh Konsentrasi Pvp K-30 Sebagai Bahan Pengikat Terhadap Mutu Fisik Tablet Ekstrak Daun Tekelan (*Chromolaena Odorata*. (L.). 6(1), 98–111. <http://journal.yamasi.ac.id>
- Rizki Handayani, K., & Alnelya Putri, T. (2025). Influence of Lime (*Citrus aurantiifolia*) Extract Concentration on the Quality Characteristics of Granules and Effervescent Tablets. *Dkk. Jurnal Kesehatan Madani Medika*, 16(02), 2025.
- Rudang, S. N., Ginting, I., & Andry, M. (2024). Formulation of Natural Food Coloring Granules from Dragon Fruit Peel Extract (*Hylocereus polyrhizus*) and Effectiveness Test in Reducing Blood Glucose Levels. *Jurnal Biologi Tropis*, 24(3), 878–891. <https://doi.org/10.29303/jbt.v24i3.7635>
- Silva Mariana de Oliveira, & de Castro Ruann Janser Soares. (2025). First-Order Degradation Kinetics of Phenolic Compounds and Antioxidant Properties of Fresh and Enzymatically Hydrolyzed Seriguela Pulp (*Spondias purpurea* L.). *ACS Food Science and Technology*, 5(9), 3520–3529. <https://doi.org/10.1021/acsfoodscitech.5c00554>
- Suhaenah, A., Muflihunna, A., & Renhoran, A. A. (2024). Penentuan Kadar Tanin Pada Ekstrak Etanol Daun Karet Kebo (*Ficus Elastica Roxb. Ex Hornem*) Dengan Menggunakan Metode Spektrofotometri Uv-Vis. *Makassar Pharmaceutical Science Journal*, 2024(2), 2024–2427. <https://journal.farmasi.umi.ac.id/index.php/mpsj>
- Yuniati, Y. (2023a). Studi Pustaka : Ekstraksi dan Potensi Utilitasasi Ekstrak Komponen Bioaktif Tanaman Murbei di Indonesia. *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi*, 11(2), 1775. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v11i2.9406>
- Yuniati, Y. (2023b). Studi Pustaka : Ekstraksi dan Potensi Utilitasasi Ekstrak Komponen Bioaktif Tanaman Murbei di Indonesia. *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi*, 11(2), 1775. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v11i2.9406>