

## Evaluasi Variasi Konsentrasi Asam Sitrat dan Natrium Bikarbonat Pada Sifat Fisik Granul *Effervescent* Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.)

Nida Ulhusna, Nur Cholis Endriyatno\*

Fakultas Farmasi, Universitas Pekalongan, Pekalongan, Jawa Tengah, Indonesia

**Sitasi:** Ulhusna, N., & Endriyatno, N. C. (2025). Evaluasi Variasi Konsentrasi Asam Sitrat dan Natrium Bikarbonat pada Sifat Fisik Granul *Effervescent* Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.). *Jurnal Mandala Pharmacoon Indonesia*, 11(2), 532–540.  
<https://doi.org/10.35311/jmpi.v11i2.857>

Submitted: 26 Juni 2025

Accepted: 03 Desember 2025

Published: 25 Desember 2025

\*Penulis Korespondensi:

Nur Cholis Endriyatno

Email:

nurcholisendriyatno@gmail.com



Jurnal Mandala Pharmacoon Indonesia is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

### ABSTRAK

Ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) mengandung senyawa flavonoid yang diketahui dapat digunakan sebagai antipiretik. Formulasi ekstrak daun belimbing wuluh dibuat dalam bentuk granul *effervescent* menggunakan variasi konsentrasi asam sitrat dan natrium bikarbonat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbandingan variasi konsentrasi asam sitrat dan natrium bikarbonat berturut-turut yaitu FI (21%:34%), FII (23%:32%), dan FIII (25%:30%) terhadap sifat fisik granul *effervescent* sebelum dan sesudah rekonstitusi. Formulasi granul *effervescent* ekstrak daun belimbing wuluh dilakukan dengan metode granulasi basah. Hasil penelitian menunjukkan granul *effervescent* yang dihasilkan memenuhi syarat uji indeks kompresibilitas (FI 5,35±0,56%); FII (7,68±0,61%); FIII (9,7±0,60%), kecepatan alir (FI 13,33±0,24g/s); (FII 11,50±0,30g/s); (FIII 10,02±0,07g/s), sudut diam (FI 26,11±0,44°); (FII 27,62±0,67°); (FIII 29,73±0,34°), kadar air (FI 0,66±0,05%); (FII 1,13±0,06%); (FIII 1,48±0,06%), waktu larut (FI 1,84±0,05 menit); (FII 2,64±0,03 menit); (FIII 3,21±0,25 menit), tinggi buih (FI 3,23±0,15 cm); (FII 4,13±0,15 cm); (FIII 4,86±0,15 cm), dan pH (FI 5,70±0,12); (FII 5,27±0,09); (FIII 4,9±0,19). Keseluruhan evaluasi memenuhi persyaratan kecuali pH pada FIII. Pemilihan Formula terbaik didasarkan pada hasil uji sifat fisik dan karakteristik fisik sebelum dan sesudah rekonstitusi. FI merupakan formula terbaik karena memenuhi semua uji sifat fisik dan menunjukkan hasil yang paling dominan dibandingkan dua formula lainnya berdasarkan tinjauan antar asam sitrat dan natrium bikarbonat yang digunakan.

**Kata Kunci:** Daun Belimbing Wuluh, Granul *Effervescent*, Asam Sitrat, Natrium Bikarbonat

### ABSTRACT

Starfruit leaf extract (*Averrhoa bilimbi* L.) contains flavonoid compounds which are known to be used as antipyretics. The formulation of starfruit leaf extract was made in the form of effervescent granules using various concentrations of citric acid and sodium bicarbonate. This study aimed to determine the effect of the comparison of variations in the concentration of citric acid and sodium bicarbonate, namely FI (21%:34%), FII (23%:32%), and FIII (25%:30%) on the physical properties of effervescent granules before and after reconstitution. The formulation of effervescent granules of starfruit leaf extract was carried out using the wet granulation method. The results showed that the effervescent granules produced met the requirements for the compressibility index test (FI 5.35±0.56%); FII (7.68±0.61%); FIII (9.7±0.60%), flow rate (FI 13.33±0.24g/s); (FII 11.50±0.30g/s); (FIII 10.02±0.07g/s), angle of repose (FI 26.11±0.44°); (FII 27.62±0.67°); (FIII 29.73±0.34°), water content (FI 0.66±0.05%); (FII 1.13±0.06%); (FIII 1.48±0.06%), dissolving time (FI 1.84±0.05 minutes); (FII 2.64±0.03 minutes); (FIII 3.21 ± 0.25 minutes), foam height (FI 3.23 ± 0.15 cm); (FII 4.13±0.15 cm); (FIII 4.86±0.15 cm), and pH (FI 5.70±0.12); (FII 5.27±0.09); (FIII 4.9±0.19). The overall evaluation meets the requirements except for pH in FIII. The selection of the best formula is based on the results of physical properties and physical characteristics tests before and after reconstitution. FI is the best formula because it meets all physical properties tests and shows the most dominant results compared to the other two formulas based on a review of the citric acid and sodium bicarbonate used.

**Keywords:** Starfruit Leaves, Effervescent Granules, Citric Acid, Sodium Bicarbonate

### PENDAHULUAN

Daun belimbing wuluh mengandung senyawa flavonoid (Sudjarwo, Rovitasari, &

Prihatiningtyas, 2022). Senyawa tersebut dapat berperan sebagai antipiretik karena kemampuannya dalam menghambat enzim siklooksigenase yang

berperan dalam biosintesis prostaglandin (Oktifanny & Trisna, 2022). Menurut penelitian sebelumnya, ekstrak etanol 96% daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) memiliki aktivitas sebagai antipiretik pada tikus putih jantan dengan dosis 7,2 mg/kgBB (Maryam *et al.*, 2015).

Salah satu pilihan produk kesehatan yang telah berhasil menarik minat masyarakat pada saat ini adalah sediaan granul *effervescent*. Granul *effervescent* merupakan salah satu sediaan farmasi berupa campuran senyawa asam dan basa yang bila dilarutkan dengan air akan membebaskan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) sehingga menghasilkan buih (Forestryana, Hestiarini, & Putri, 2020). Bentuk sediaan granul dipilih karena didasarkan pada beragam keuntungan yang dimilikinya, dibandingkan dengan sediaan oral lainnya seperti tablet, bentuk sediaan granul *effervescent* lebih cepat diserap oleh tubuh karena tidak memerlukan proses disintegrasi sehingga cepat mencapai kadar efektif obat dalam darah (Rachmaniar, Kartamihardja, & -, 2018).

Formulasi sediaan granul *effervescent* tidak lepas dari campuran berupa asam dan basa. Kombinasi asam basa yang sering digunakan pada formulasi sediaan *effervescent* adalah asam sitrat dan natrium bikarbonat. Pada produk *effervescent* asam sitrat dapat digunakan pada rentang 0,5-50% (Mohrle, 1989).

Sedangkan natrium bicarbonate pada rentang 25%-50% (Rowe *et al.*, 2009). Asam sitrat adalah asam makanan yang sangat sering digunakan dan memiliki banyak kelebihan yaitu mudah di dapat, melimpah, relatif tidak mahal, sangat mudah larut, sedangkan natrium bikarbonat adalah sumber utama basa yang dimana memiliki kelebihan yaitu tidak higroskopis dan larut sempurna dalam air (Noti & Andini, 2021). Penggunaan konsentrasi asam dan basa yang tidak tepat maka akan berpengaruh terhadap sifat fisik pH, waktu larut, kadar air, dan kecepatan alir granul *effervescent* (Nursanty *et al.*, 2022).

Berdasarkan uraian tersebut, maka diperlukan penelitian tentang formulasi granul *effervescent* ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) dengan variasi konsentrasi asam sitrat dan natrium bikarbonat. Kontrol kualitas granul *effervescent* juga dilakukan, diantaranya yaitu granul sebelum (organoleptik, indeks kompresibilitas, kecepatan alir, sudut diam, dan kadar air) dan sesudah rekonstitusi (organoleptic, waktu larut, tinggi buih, dan pH). Formula terbaik ditentukan

berdasarkan persyaratan dan analisa statistika pada hasil kontrol kualitas granul.

## METODE PENELITIAN

### Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain oven (Mommert), *waterbath* (Mommert), *rotary evaporator* (Boeco), *granul flow tester* (Biobase), *moisture analyser* (Ohaus), volumenometer (Biobase), timbangan analitik (Ohaus), pH meter (PH-009), jangka sorong (Vernier Caliper), ayakan no. 14, *stopwatch* (Ultrak), dan alat-alat gelas lainnya.

### Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.), etanol 96% (Brataco), aquadest (Brataco), asam sitrat (Chemipan. Corporation Co. Ltd), asam tartrat (Vinicas), natrium bikarbonat (Merck), aspartame (Changzhou Guanghui Biotechnology), laktosa (PT. Indo Makmur Bersama), PVP K-30, HCl (Emsure), H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Emsure), serbuk Mg (Merck), NaOH (Emsure), dan kuersetin (Sigma Aldrich).

### Penyiapan Sampel dan Ekstraksi Daun Belimbing Wuluh

Daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) dilakukan determinasi terlebih dahulu. Daun yang sudah diambil dilakukan sortasi basah dan dibersihkan menggunakan air yang mengalir lalu potong-potong. Sampel dikeringkan di bawah sinar matahari dengan ditutup kain hitam.

Daun belimbing wuluh kering disortasi kering kemudian dihaluskan Ekstraksi mengacu pada penelitian sebelumnya (Maryam *et al.*, 2015). simplisia daun belimbing wuluh (500 g) dilakukan maserasi menggunakan etanol 96% (3.000 mL) selama 3 x 24 jam dengan pengadukan setiap 1 x 24 jam. Kemudian saring hasil maserasi, lalu dilakukan remaserasi. Filtrat yang diperoleh diuapkan dengan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 50°C, setelah itu dipekatkan menggunakan *waterbath* sampai diperoleh ekstrak yang kental. ekstrak dilakukan karakterisasi berupa organoleptis, rendemen, kadar air, dan uji fitokimia senyawa flavonoid.

### Formulasi Granul Effervescent Ekstrak Daun Belimbing Wuluh

Formulasi granul *effervescent* ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) dibuat dalam 3 Formula dengan variasi asam (asam sitrat) dan basa (natrium bikarbonat) seperti yang terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Formula Granul *Effervescent*

No.	Bahan	FI (g)	FII (g)	FIII (g)	Fungsi
1	Ekstrak daun belimbing wuluh	0,081	0,081	0,081	Zat aktif
2	Asam tartrat	0,5	0,5	0,5	Sumber asam
3	Asam sitrat	1,05	1,15	1,25	Sumber asam
4	Natrium bikarbonat	1,7	1,6	1,5	Sumber basa
5	PVP K-30	0,25	0,25	0,25	Pengikat
6	Aspartam	0,25	0,25	0,25	Pemanis
7	Laktosa	1,169	1,169	1,169	Pengisi
8	<b>Bobot Total</b>	<b>5 g</b>	<b>5 g</b>	<b>5 g</b>	

Pembuatan granul *effervescent* ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) dilakukan menggunakan metode granulasi basah. Pembuatan granul *effervescent* ini seperti penelitian (Egeten *et al.*, 2016). Ditimbang semua bahan terlebih dahulu, dibuat larutan pengikat PVP K-30 dalam aquadest, disiapkan sumber asam dan natrium bikarbonat dimasukkan ke dalam mortir yang berbeda kemudian digerus, disiapkan ekstrak daun belimbing wuluh lalu dimasukkan ke dalam mortir, ditambah dengan setengah bagian laktosa dan dihomogenkan, dicampur dengan asam sitrat dan asam tartrat yang telah diayak, kemudian ditambahkan dengan setengah bagian PVP (campuran 1).

Disiapkan aspartam dimasukkan dalam mortir lalu homogenkan, ditambahkan natrium bikarbonat yang telah dihaluskan dan ditambahkan setengah bagian laktosa, kemudian ditambahkan dengan setengah bagian PVP (campuran 2), masing-masing campuran 1 dan 2 diayak dengan ayakan mesh 14, setelah itu kedua campuran di oven dengan suhu 60°C selama 1 jam. Setelah kering massa granulasi diayak kembali dengan ayakan mesh 14, kemudian kedua komponen dicampurkan hingga homogen.

### Prosedur Evaluasi Granul *Effervescent* Sebelum Rekonstitusi

#### 1. Uji organoleptik

Uji organoleptik granul *effervescent* ekstrak daun belimbing wuluh dilakukan dengan mengamati secara langsung bentuk, warna, dan bau dari granul yang dihasilkan (Oktavina & Imtihani, 2023).

#### 2. Uji indeks kompresibilitas

Uji indeks kompresibilitas granul *effervescent* ekstrak daun belimbing wuluh dilakukan dengan cara dimasukkan sebanyak 50 gram granul ke dalam gelas ukur 100 mL. Dipasang gelas kimia pada alat volumenometer lalu diketuk-ketuk sebanyak 100 ketukan hingga volume granul konstan (Manno & Setianto, 2022). Indeks kompresibilitas dihitung dengan rumus 1.

$$\text{Indeks kompresibilitas (\%)} = \frac{V_o - V_n}{V_o} \times 100\% \quad \dots [1]$$

Keterangan:

Tap (%) = Persen pemampatan / kompresibilitas

V<sub>o</sub> = Volume awal

V<sub>n</sub> = Volume pada jumlah ketukan

#### 3. Uji kecepatan alir

Uji kecepatan alir granul *effervescent* ekstrak daun belimbing wuluh dilakukan dengan cara mengalirkan 50 gram granul melalui sebuah corong dengan dilakukan 3 kali pengulangan. Kecepatan yang dibutuhkan granul mengalir dari corong merupakan kecepatan alir granul (Voight, 1995). Kecepatan alir dihitung menggunakan rumus 2

$$\text{Kecepatan alir} = \frac{\text{Berat granul (g)}}{\text{Waktu (detik)}} \quad \dots [2]$$

#### 4. Uji sudut diam

Uji sudut diam dilakukan dengan cara ditimbang sebanyak 50 gram granul lalu dimasukkan pada alat *granule flow tester*. Dibuka penutup alat corong, diukur besar sudut yang terbentuk (Manno & Setianto, 2022). Sudut diam dihitung dengan rumus 3.

$$Tg (\beta) = \frac{h (\text{tinggi kerucut})}{r (\text{jari-jari kerucut})} \quad \dots [3]$$

#### 5. Uji Kadar air

Uji kadar air dilakukan dengan cara dimasukkan sejumlah 5 gram granul ke dalam alat *moisture analyzer*, kemudian atur suhu pada 105°C (Anggraina, 2016).

### Prosedur Evaluasi Granul *Effervescent* Setelah Rekonstitusi

#### 1. Uji organoleptik

Uji organoleptik granul *effervescent* ekstrak daun belimbing wuluh meliputi bentuk, bau, rasa, dan warna granul *effervescent* yang telah di rekonstitusi (Tanjung & Puspitasari, 2019).

#### 2. Uji waktu larut

Uji waktu larut granul *effervescent* ekstrak daun belimbing wuluh dilakukan dengan cara dimasukkan 1 bungkus granul *effervescent* (5 gram) ke dalam 200 mL (Oktavina & Imtihani, 2023).

### 3. Uji tinggi buih

Uji tinggi buih dilakukan dengan cara dilarutkan sampel ke dalam 200 mL akuades setiap formulasi, kemudian diamati buih tertinggi (Oktavina & Imtihani, 2023).

### 4. Uji pH

Uji pH dilakukan dengan cara mengukur tingkat keasaman menggunakan alat pH meter. Sebelum melakukan uji pH dipastikan alat pH meter telah di kalibrasi terlebih dahulu (Oktavina & Imtihani, 2023).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penyiapan Sampel dan Ekstraksi Daun Belimbing Wuluh

Penyiapan sampel dilakukan dengan determinasi tumbuhan terlebih dahulu. Tujuan dari determinasi adalah untuk memastikan sampel yang akan digunakan adalah benar daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.). Hasil determinasi berdasarkan Surat Keterangan No. 031/Lab.Bio/B/I/2025 yang dikeluarkan oleh Laboratorium Pembelajaran Biologi

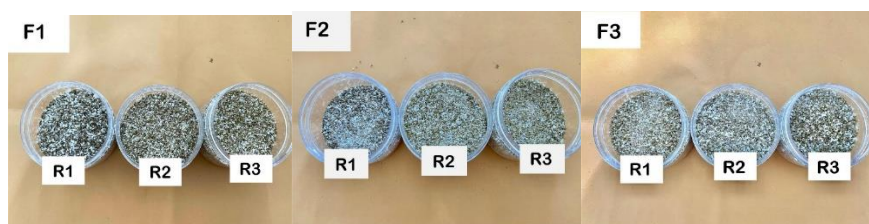
Universitas Ahmad Dahlan menunjukkan bahwa sampel benar-benar tanaman belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.).

Ekstrak kental yang dihasilkan sebanyak 45,43 g, dari simplisia kering sebanyak 500 g, sehingga redemen ekstrak yang dihasilkan adalah 11,00%. Persentase hasil ekstrak yang diperoleh sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh Depkes RI (2022), dimana syarat rendemen ekstrak kental daun belimbing wuluh yaitu tidak kurang dari 4,5%.

Selanjutnya kadar air ekstrak yang diperoleh sebesar 22,86%, dan hasil ini membuktikan bahwa ekstrak daun belimbing wuluh memenuhi syarat mutu kadar air sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Voight (1995), syarat mutu kadar air ekstrak kental yaitu 5-30%.

### Hasil Formulasi Granul Effervescent Ekstrak Daun Belimbing Wuluh

Formulasi dibuat sebanyak 3 formula dan masing-masing formula dilakukan 3 kali replikasi. Hasil formulasi granul *effervescent* ekstrak daun belimbing wuluh dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil formulasi Granul *Effervescent* Daun Belimbing Wuluh

Sediaan granul *effervescent* dibuat dengan perbandingan konsentrasi sumber asam (asam sitrat) dan basa (natrium bikarbonat) yaitu FI (21% : 34%), FII (23% : 32%) dan FIII (25% : 30%). Tujuan dari variasi ini adalah untuk menentukan formulasi granul *effervescent* terbaik dengan membandingkan berbagai variasi dan menganalisis karakteristik fisik granul *effervescent* yang dihasilkan.

### Hasil Evaluasi Granul Effervescent Sebelum Rekonstitusi

#### 1. Uji organoleptik

Hasil evaluasi uji organoleptik sebelum rekonstitusi pada FI, FII dan FIII menghasilkan bentuk granul, berwarna hijau & putih, dan berbau ekstrak. Ketiga formula memiliki bentuk granul karena bahan pengikat yang digunakan konsentrasinya sama, warna hijau & putih yang dihasilkan karena dalam proses pembuatan campuran asam dan basa dipisahkan untuk mencegah karbonasi dini sehingga campuran asam dengan menggunakan ekstrak daun belimbing wuluh akan menghasilkan granul yang berwarna hijau, sedangkan campuran basa yang dihasilkan

berwarna putih, dan bau yang dihasilkan berupa bau ekstrak karena konsentrasi zat aktif yang digunakan sama.

#### 2. Uji indeks kompresibilitas

Pengujian indeks kompresibilitas dilakukan karena bagian dari pengendalian kualitas granul *effervescent*. Hal tersebut untuk menggambarkan dan memastikan bahwa granul dapat mengisi seluruh ruang yang tersedia pada di mesin pengisian granul di dalam kemasan (Hilaria & Octavia, 2020). Pada hasil evaluasi uji indeks kompresibilitas FI menghasilkan 5,35±0,56%, FII 7,68±0,61% dan FIII 9,7±0,60%. Hal ini dapat diartikan bahwa ketiga formula memenuhi syarat indeks kompresibilitas yang baik yaitu <20% (Voight, 1995). Hasil uji kompresibilitas selanjutnya dilakukan analisis statistik menggunakan One-Way ANOVA pada uji indeks kompresibilitas diperoleh nilai sig. (*P Value*) 0,000 < 0,05, sehingga dapat diartikan bahwa rata-rata ketiga formula tersebut berbeda secara signifikan. Hasil uji Post Hoc Tukey diperoleh nilai Asymp. Sig. (2-tailed) pada tiap formula < 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa uji indeks kompresibilitas antar

formula memiliki nilai yang berbeda secara signifikan.

Tabel 2. Hasil Uji Indeks Kompresibilitas

No.	Formula	Hasil Uji Indeks Kompresibilitas			
		Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Rata-rata±SD
1	FI	5,05%	5%	6%	5,35±0,56%
2	FII	6,97%	8%	8,08%	7,68±0,61%
3	FIII	9%	10%	10,10%	9,7±0,60%

Pada FI memiliki indeks kompresibilitas yang rendah dibandingkan dengan FII dan FIII, perbedaan ini dapat diakibatkan karena kandungan asam sitrat yang lebih rendah dan natrium bikarbonat yang tinggi pada FI dibandingkan dengan FII dan FIII. Asam sitrat yang sifatnya higroskopis akan membuat granul menjadi lembap sehingga akan meningkatkan kohesivitas dari granul (Rahmawati, Pribadi, & Hidayat, 2016).

Natrium bikarbonat yang bersifat nonhigroskopis menghasilkan granul yang tidak terlalu lembap sehingga menghasilkan indeks kompresibilitas yang rendah (Nursanty *et al.*, 2022). Nilai indeks kompresibilitas berhubungan dengan kecepatan alir, sehingga semakin kecil indeks kompresibilitas maka semakin cepat kecepatan alirnya (Irma, Ifada, & Amalia, 2024).

### 3. Uji kecepatan alir

Pengujian kecepatan alir granul penting dilakukan karena untuk melihat baik atau tidaknya sifat alir granul karena sebagai kontrol dalam proses pengisian granul ke dalam kemasan (Suena, Suradnyana, & Juanita, 2021). Pada hasil evaluasi uji kecepatan alir FI menghasilkan 13,33±0,24 g/detik FII

11,50±0,30 g/detik dan FIII 10,02±0,07 g/detik. Hal ini dapat diartikan bahwa ketiga formula menunjukkan sifat alir yang baik yaitu lebih dari 10 gram/detik (Voight, 1995).

Hasil selanjutnya dianalisis statistik menggunakan One-Way ANOVA dan didapatkan hasil sig. (*P Value*) 0,000 < 0,05, sehingga dapat diartikan bahwa rata-rata ketiga formula tersebut berbeda secara signifikan. Hasil uji Post Hoc Tukey diperoleh nilai Asymp. Sig. (2-tailed) pada tiap formula <0,05, maka dapat disimpulkan bahwa uji kecepatan alir antar formula memiliki nilai yang berbeda secara signifikan.

Pada FI memiliki kecepatan alir yang lebih cepat dibandingkan dengan FII dan FIII. Hal ini disebabkan karena asam sitrat yang bersifat higroskopis mampu meningkatkan kadar air yang menyebabkan granul mudah lembap sehingga akan lebih lama mengalir, sedangkan natrium bikarbonat yang bersifat nonhigroskopis dan *free flowing* akan semakin meningkatkan kecepatan alir dari granul *effervescent* sehingga kecepatan alir yang dihasilkan pun semakin cepat (Widiastuti dkk., 2018).

Tabel 3. Hasil Uji Kecepatan Alir

No.	Formula	Hasil uji kecepatan alir			
		Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Rata-rata±SD
1	FI	13,44g/s	13,51g/s	13,05g/s	13,33±0,24g/s
2	FII	11,73g/s	11,16g/s	11,62g/s	11,50±0,30g/s
3	FIII	10,18g/s	10,28g/s	10,14g/s	10,02±0,07g/s

### 4. Uji sudut diam

Pengujian sudut diam dilakukan untuk mengetahui sifat aliran dari suatu granul, karena bila semakin kecil sudut yang terbentuk maka menunjukkan aliran granul yang baik (Rijal *et al.*, 2022). Pada hasil evaluasi uji sudut diam FI menghasilkan 26,11±0,44°, FII 27,62±0,67°, sedangkan FIII 29,73±0,34°. Hal ini dapat diartikan bahwa ketiga formula memenuhi persyaratan uji sudut diam yang baik yaitu berada pada rentang 25-30° (Voight, 1995).

Hasil selanjutnya dianalisis statistik menggunakan One-Way ANOVA dan didapatkan hasil sig. (*P Value*) 0,000 < 0,05, sehingga dapat diartikan bahwa rata-rata ketiga formula tersebut

berbeda secara signifikan. Hasil uji Post Hoc Tukey diperoleh nilai Asymp. Sig. (2-tailed) pada tiap formula <0,05, maka dapat disimpulkan bahwa uji sudut diam antar formula memiliki nilai yang berbeda secara signifikan.

Pada FI dengan konsentrasi asam sitrat yang lebih kecil serta natrium bikarbonat yang lebih besar menghasilkan granul dengan timbunan yang rendah, sedangkan FII dan FIII yang memiliki konsentrasi natrium bikarbonat yang lebih kecil dan asam sitrat yang lebih besar menghasilkan granul dengan timbunan yang lebih tinggi, sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Rani *et al.*, 2020), bahwa asam sitrat dapat menyerap uap air di udara sehingga

kelembapannya lebih besar dan dapat menyebabkan gaya kohesi yang besar sehingga membentuk timbunan yang tinggi, sedangkan natrium bikarbonat dapat menurunkan kadar air dari granul

sehingga granul yang dihasilkan akan mengalir dan menyebar membentuk timbunan yang rendah (Forestryana *et al.*, 2020).

Tabel 4. Hasil Uji Sudut Diam

No.	Formula	Hasil uji sudut diam			
		Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Rata-rata±SD
1	FI	26,56°	26,10°	25,68°	26,11±0,44°
2	FII	27,02°	28,36°	27,49°	27,62±0,67°
3	FIII	29,41°	29,68°	30,11°	29,73±0,34°

### 5. Uji kadar air

Uji kadar air penting dilakukan untuk mengetahui kandungan air di dalam granul karena semakin banyak kandungan air dalam granul maka menyebabkan granul semakin lembap (Sueno *et al.*, 2021). Pada hasil evaluasi uji kadar air menunjukkan bahwa FI menghasilkan 0,66±0,05%, FII 1,13±0,06%, sedangkan FIII 1,48±0,06%. Hal ini dapat diartikan bahwa ketiga formula memiliki kadar air yang baik yaitu ≤5% (Voight, 1995).

Hasil uji kadar air selanjutnya dilakukan analisis statistik menggunakan One-Way ANOVA pada uji kadar air diperoleh nilai sig. (*P Value*) 0,000 <0,05, sehingga dapat diartikan bahwa rata-rata ketiga formula tersebut berbeda secara signifikan. Hasil uji Post Hoc Tukey diperoleh nilai Asymp. Sig. (2-tailed) pada tiap formula <0,05, maka dapat disimpulkan bahwa uji kadar air antar formula memiliki nilai yang berbeda secara signifikan.

Tabel 5. Hasil Uji Kadar Air

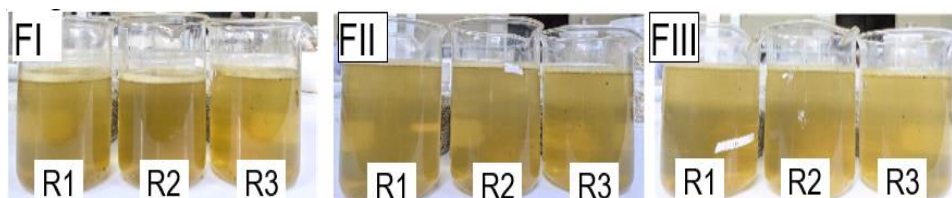
No.	Formula	Hasil uji kadar air			
		Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Rata-rata±SD
1	FI	0,66%	0,72%	0,62%	0,66±0,05%
2	FII	1,20%	1,11%	1,08%	1,13±0,06%
3	FIII	1,42%	1,47%	1,55%	1,48±0,06%

Pada FI memiliki kandungan air yang lebih sedikit jika dibandingkan dengan FII dan FIII. Hal ini disebabkan karena asam sitrat yang bersifat higroskopis dapat menyebabkan kadar air dari granul akan semakin meningkat, sedangkan natrium bikarbonat dengan konsentrasi tinggi dapat menstabilkan asam sitrat yang sifatnya higroskopis sehingga nantinya akan semakin sedikit uap air yang terserap (Nurahmanto, Prabandari, Triatmoko, & Nuri, 2017).

### Hasil Evaluasi Granul Effervescent Setelah Rekonstitusi

#### 1. Uji organoleptik

Evaluasi organoleptik sesudah direkonstitusi menghasilkan bentuk, warna, dan bau yang seragam, namun memiliki perbedaan rasa pada tiap formula. Dikarenakan terdapat adanya aspartam sebagai pemanis dan adanya perbedaan konsentrasi asam sitrat dan natrium bikarbonat sehingga menyebabkan perbedaan rasa pada tiap formula.



Gambar 2. Hasil Penampakan Granul Effervescent Setelah Rekonstitusi

### 2. Uji waktu larut

Uji waktu larut penting dilakukan karena akan berpengaruh terhadap granul yang nantinya akan di konsumsi (Oktavina & Imtihani, 2023). Pada hasil evaluasi uji waktu larut menunjukkan bahwa FI menghasilkan 1,84±0,05 menit, FII 2,64±0,03 menit, sedangkan FIII 3,21±0,25 menit. Hal ini dapat

diartikan bahwa ketiga formula memiliki kelarutan yang baik karena dapat menyelesaikan reaksinya dalam waktu <5 menit, semakin cepat waktu larut maka sediaan yang dihasilkan pun akan semakin baik (Siregar, 2010). Hasil uji waktu larut selanjutnya dilakukan analisis statistik menggunakan One-Way ANOVA pada uji waktu larut diperoleh nilai sig. (*P*

Value) 0,000 <0,05, sehingga dapat diartikan bahwa rata-rata ketiga formula tersebut berbeda secara signifikan. Hasil uji Post Hoc Tukey diperoleh nilai Asymp. Sig. (2-tailed) pada tiap formula <0,05, maka

dapat disimpulkan bahwa uji waktu larut antar formula memiliki nilai yang berbeda secara signifikan.

Tabel 6. Hasil Uji Waktu Larut

No.	Formula	Hasil uji waktu larut			
		Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Rata-rata±SD
1	FI	1,91 menit	1,8 menit	1,83 menit	1,84±0,05 menit
2	FII	2,63 menit	2,61 menit	2,68 menit	2,64±0,03 menit
3	FIII	2,96 menit	3,23 menit	3,46 menit	3,21±0,25 menit

Pada FI memiliki waktu larut yang lebih cepat dibandingkan dengan FII dan FIII, perbedaan ini dapat diakibatkan karena kandungan asam sitrat yang lebih rendah dan natrium bikarbonat yang tinggi pada FI dibandingkan dengan FII dan FIII. Asam sitrat yang sifatnya higroskopis dapat meningkatkan kelembapan granul sehingga granul akan lebih kuat ikatan antar partikelnya yang menyebabkan semakin lama granul untuk melarut, sedangkan natrium bikarbonat mampu memberikan waktu larut yang cepat karena natrium bikarbonat dapat berfungsi sebagai bahan pengahancur ketika bereaksi dengan air sehingga akan mempercepat waktu larut (Nursanty *et al.*, 2022).

### 3. Uji tinggi buih

Uji tinggi buih dilakukan bersamaan saat granul *effervescent* dilarutkan dalam air, penting

dilakukan karena untuk melihat kemampuan membuih granul *effervescent*. Pada hasil evaluasi uji tinggi buih menunjukkan bahwa FI menghasilkan 3,23±0,15 cm, FII 4,13±0,15cm, sedangkan FIII 4,86±0,15 cm. Hal ini dapat diartikan bahwa ketiga formula memiliki tinggi buih yang baik yaitu berada pada rentang 3-5 cm (Allen & Ansel, 2013). Hasil uji tinggi buih selanjutnya dilakukan analisis statistik menggunakan One-Way ANOVA pada uji tinggi buih diperoleh nilai sig. (*P Value*) 0,000 <0,05, sehingga dapat diartikan bahwa rata-rata ketiga formula tersebut berbeda secara signifikan. Hasil uji Post Hoc Tukey diperoleh nilai Asymp. Sig. (2-tailed) pada tiap formula <0,05, maka dapat disimpulkan bahwa uji tinggi buih antar formula memiliki nilai yang berbeda secara signifikan.

Tabel 7. Hasil uji tinggi buih

No.	Formula	Hasil uji tinggi buih			
		Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Rata-rata±SD
1	FI	3,2 cm	3,1 cm	3,4 cm	3,23±0,15cm
2	FII	4,1 cm	4 cm	4,3 cm	4,13±0,15cm
3	FIII	4,9 cm	4,7 cm	5 cm	4,86±0,15cm

Pada FI menghasilkan sediaan dengan buih yang lebih sedikit dibandingkan dengan FII dan FIII. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Liandhaajani & Hardianti (2024), semakin banyak asam sitrat maka menghasilkan waktu larut yang lama membuat gelembung yang dihasilkan terus menjadi buih sehingga buih yang tercipta akan lebih banyak, sedangkan semakin banyak natrium bikarbonat semakin singkat waktu pelarutan, sehingga semakin sedikit gelembung atau buih yang terbentuk dan akibatnya buih yang dihasilkan semakin rendah (Liandhajani & Ratih, 2024).

### 4. Uji pH

Uji pH penting dilakukan karena untuk mengetahui derajat keasaman larutan granul

*effervescent*. Apabila pH granul *effervescent* yang dibuat terlalu asam dapat mengakibatkan iritasi pada lambung, sedangkan apabila terlalu basa dapat menghasilkan rasa pahit dan tidak enak (Rahmawati dkk., 2016). Pada hasil evaluasi uji pH menunjukkan bahwa FI menghasilkan 5,70±0,12, FII 5,27±0,09, sedangkan FIII 4,9±0,19.

Persyaratan uji PH granul *effervescent* yaitu 5-7 (Yulianto, Nugroho, & Swandari, 2019). Artinya FIII tidak memenuhi syarat karena terlalu asam. FIII memiliki nilai pH yang lebih tinggi dikarenakan mengandung asam sitrat yang paling banyak dan natrium bikarbonat yang paling sedikit. Ketiga nilai pH berbeda secara signifikan artinya ada pengaruh kadar asam sitrat dan natrium bikarbonat terhadap hasil uji.

Tabel 8. Hasil uji pH

No.	Formula	Hasil uji pH			
		Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Rata-rata±SD
1	FI	5,77	5,78	5,56	5,70±0,12
2	FII	5,38	5,19	5,26	5,27±0,09
3	FIII	4,95	5,04	4,98	4,9±0,19

Hasil yang diperoleh sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Nursanty *et al.*, 2022), bahwa penambahan asam yang besar akan mempengaruhi pelepasan ion H<sup>+</sup>, sehingga makin tinggi konsentrasi asam sitrat yang digunakan maka semakin asam pH sediaan granul *effervescent*, sedangkan jika konsentrasi natrium bikarbonat yang digunakan semakin besar maka akan menyebabkan peningkatan pH, sehingga larutan yang dihasilkan menjadi lebih basa (Nursanty *et al.*, 2022).

#### Penentuan Formula Terbaik

Penentuan Formula terbaik dilihat pada hasil pengujian yang telah dilakukan, Formula I dan II memenuhi semua persyaratan yang ditetapkan, baik untuk sifat fisik granul *effervescent* sebelum maupun sesudah rekonstitusi, sedangkan Formula III tidak memenuhi persyaratan pada uji pH. Oleh karena itu, FIII dieliminasi dari pertimbangan formula terbaik. Selanjutnya untuk menentukan formula terbaik antara FI dan FII, dilakukan perbandingan lebih lanjut terhadap karakteristik granul *effervescent* yang dihasilkan. Hasil yang didapatkan FI lebih mendominasi dibandingkan dengan FII setelah dilihat dari evaluasi dan karakteristik sifat fisik baik sebelum maupun sesudah rekonstitusi, terlihat dari semua uji yang berbeda secara signifikan sehingga dapat dikatakan bahwa Formula I merupakan formula terbaik berdasarkan tinjauan antar asam sitrat dan natrium bikarbonat yang digunakan.

#### KESIMPULAN

Daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) dapat diformulasikan menjadi granul *effervescent* dengan variasi konsentrasi asam sitrat dan natrium bikarbonat dalam persen secara berturut-turut yaitu 21:34, 23:32, dan 25:30. Variasi sumber asam dan sumber basa pada pembuatan granul *effervescent* ekstrak daun belimbing wuluh mempengaruhi pada uji sifat fisik sebelum maupun sesudah rekonstitusi meliputi indeks kompresibilitas, kecepatan alir, sudut diam dan kadar air, waktu larut, tinggi buih, dan pH. Formulasi granul *effervescent* terbaik ditunjukkan pada konsentrasi asam sitrat 21% dan natrium bikarbonat 34%.

#### DAFTAR PUSTAKA

Allen, L., & Ansel, H. C. (2013). *Ansel's pharmaceutical dosage forms and drug delivery systems*. Lippincott Williams & Wilkins.

Anggraina, J. (2016). *Formulasi Sediaan Granul Effervescent Ekstrak Buah Kurma (Phoenix Dactylifera L.) Dengan Asam Sitrat-Tartrat Sebagai Asam Dan Effer Soda Sebagai Basa*.

Depkes RI. (2022). *Suplemen I Farmakope Herbal Indonesia Edisi II*. In Jakarta: Departement Kesehatan Republik Indonesia.

Egeten, K. R., Yamlean, P. V. ., & Supriati, H. S. (2016). *Formulasi dan Pengujian Sediaan Granul Effervescent Sari Buah Nanas (Ananas comosus L. (Merr.))*. *Pharmacon*, 5(3), 116–121.

Forestryana, D., Hestiarini, Y., & Putri, A. N. (2020). *Formulasi Granul Effervescent Ekstrak Etanol 90% Buah Labu Air (Lagenaria siceraria) Sebagai Antioksidan Dengan Variasi Gas Generating Agent*. *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina (JIIS) Ilmu Farmasi Dan Kesehatan*, 5(2), 220–229.

Hilaria, M., & Octavia, D. R. (2020). *Pengaruh Penambahan Amilum Gwang (Corypha utan Lamarck) Secara Intragranular Dan Ekstragranular Terhadap Sifat Fisik Tablet Paracetamol Dengan Metode Granulasi Basah*. *Jurnal Ilmiah Manuntung*, 6(1), 110–121.

Irma, N. A. F., Ifada, A. S., & Amalia, T. (2024). *Uji Sifat Fisik Sediaan Granul Effervescent Sari Buah Tomat (Solanum lycopersicum L.) Sebagai Antioksidan*. *Jurusan Ilmu Farmasi, Universitas Nahdlatul Wathan, Mataram, Indonesia*, 12(2), 44–48.

Liandhajani, & Ratih, H. (2024). *Formulasi Sediaan Granul Effervescent dari Ekstrak Buah Kurma Ajwa ( Phoenix Dactylifera L. ) sebagai Sumber Karbohidrat*. *Jurnal Riset Ilmu Farmasi Dan Kesehatan*, 2(5), 231–247.

Manno, M. R., & Setianto, A. B. (2022). *Optimasi Campuran Avicel 101 Dan Laktosa Sebagai Bahan Pengisi Pada Tablet Dispersi Padat Tadalafil Dengan Metode Granulasi Basah*. *Jurnal Ilmu Farmasi Dan Farmasi Klinik*, 19(2), 95–102. <https://doi.org/10.31942/jiffk.v19i2.6667>

Maryam, S., Juniasti, S., & Kosman, R. (2015). *Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Buah Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi L.) Asal Kota Watampone*. *Jurnal Ilmiah As-Syifaa*, 7(1), 60–69. <https://doi.org/10.33096/jifa.v7i1.21>

Mohrle, R. (1989). *Effervescent Tablets in Pharmaceutical Dosage Forms Tablet Volume 1*.

- In *Marcel Decker Inc. New York, USA* (Vol. 1).
- Noti, D. Y. B., & Andini. (2021). Pengaruh Kombinasi Asam Sitrat dan Natrium Bikarbonat pada Granul Effervescent Vitamin C Terhadap Tinggi Busa Yang Dihasilkan. *Artikel Ilmiah*, 3–4.
- Nurahmanto, D., Prabandari, M. I., Triatmoko, B., & Nuri. (2017). Optimasi Formula Granul Effervescent Kombinasi Ekstrak Kelopak Bunga Hibiscus sabdariffa L. Dan Ekstrak Daun Guazuma ulmifolia Lam. *Pharmacy*, 14(3), 69–70.
- Nursanty, R. P., Subaidah, W. A., Muliastari, H., Juliantoni, Y., & Hajrin, W. (2022). Pengaruh Variasi Konsentrasi Asam Sitrat dan Natrium Bikarbonat Terhadap Sifat Fisik Granul Effervescent Sari Buah Duwet (*Syzygium cumini* L.). *Majalah Farmasi Dan Farmakologi*, 26(1), 38–43. <https://doi.org/10.20956/mff.v26i1.12800>
- 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.
- Oktifanny, & Trisna, M. (2022). Pengaruh Efek Antipiretik Pemberian Kombinasi Ekstrak Etanol Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi* L.) Dan Ekstrak Etanol Daun Lengkung (*Dimocarpus Longan* L.) Pada Tikus Putih Betina. *Journal Pharma Sainika*, 5(2), 01–12. <https://doi.org/10.51225/jps.v5i2.10>
- Rachmaniar, R., Kartamihardja, H., & -, M.-. (2018). Pemanfaatan Sari Buah Jambu Biji Merah (*Psidium Guajava* Linn.) Sebagai Antioksidan Dalam Bentuk Granul Effervescent. *Jurnal Sains Dan Teknologi Farmasi Indonesia*, 5(1), 1–20.
- Rahmawati, I. F., Pribadi, P., & Hidayat, I. W. (2016). Formulasi dan evaluasi granul effervescent ekstrak daun binahong (*Anredera cordifolia* (Tenore) Steen.). *Pharmaciana*, 6(2), 139–148.
- Rani, K. C., Parfati, N., Muarofah, D., & Sacharia, S. N. (2020). Formulasi Granul Effervescent Herba Meniran (*Phyllanthus niruri* L.) dengan Variasi Suspending Agent Xanthan Gum, CMC-Na, dan Kombinasi CMC-Na-Mikrokristalin Selulosa RC- 591. *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*, 7(1), 39. <https://doi.org/10.25077/jsfk.7.1.39-51.2020>
- 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.). *Journal Kesehatan Yamas Makasar*, 6(1), 98–111.
- Rowe, R. C., Sheskey, P. J., & E, Q. M. (2009). Handbook of Pharmaceutical Excipients , 6th Ed. In *London: Pharmaceutical Press*.
- Siregar, C. J. P. (2010). Teknologi Farmasi Sediaan Tablet Dasar-Dasar Praktis. In *Jakarta: EGC*.
- Sudjarwo, S., Rovitasari, R., & Prihatiningtyas, S. (2022). Penetapan Kadar Kuersetin dalam Sediaan Sirup Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi*) dengan Metode Spektrofotometri UV. *Camellia : Clinical, Pharmaceutical, Analytical and Pharmacy Community Journal*, 1(2), 61–68. <https://doi.org/10.30651/cam.v1i2.16739>
- Suena, N. M. D. S., Suradnyana, I. G. M., & Juanita, R. A. (2021). Formulasi dan Uji Aktivitas Antioksidan Granul Effervescent dari Kombinasi Ekstrak Kunyit Putih (*Curcuma Zedoaria*) dan Kunyit Kuning (*Curcuma Longa* L.). *Jurnal Ilmiah Medicamento*, 7(1), 27–31. <https://doi.org/10.36733/medicamento.v7i1.1502>
- Tanjung, Y. P., & Puspitasari, I. (2019). Formulasi dan Evaluasi Fisik Tablet Effervescent Ekstrak Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.). *Jurnal Unpad Farmaka*, 17(1), 1–14.
- Voight, R. (1995). *Buku Pelajaran Teknologi Farmasi. Diterjemahkan oleh Soendani, N. S. Yogyakarta: UGM-Press*.
- Widiastuti, R. A., Tamrin, & Asyik, N. (2018). Pengaruh Variasi Konsentrasi Asam Sitrat, Asam Tartrat, dan Natrium Bikarbonat Terhadap Sifat Fisik, Kimia Dan Organoleptik Produk Minuman Instan Effervescent Bubuk Kakao (*Theobroma Cacao* L. ). *Sains Dan Teknologi Pangan*, 3(3), 1341–1355.
- Yulianto, A. N., Nugroho, I. D. W., & Swandari, M. T. K. (2019). Formulasi emulsi minyak ikan gurami (*osphronemus gourami* l.) sebagai suplemen makanan. *Pharmaqueous: Jurnal Ilmiah Kefarmasian*, 1(1), 38–43.