

PENGARUH KOMBINASI XANTHAN GUM DAN HPMC SEBAGAI POLIMER TERHADAP SIFAT FISIK TABLET FLOATING EKSTRAK ETANOL DAUN KELOR (*Moringa oleifera* L.)

Fadella Nur Yunita^{1*}, Desy Nawangsari¹, Dina Febrina¹

¹Prodi Farmasi, Fakultas Kesehatan, Universitas Harapan Bangsa, Indonesia

Jl. Raden Patah No. 100, Ledug, Kembaran, Banyumas, 53182, Indonesia

¹fadellanuryunita@gmail.com*; ¹desynawangsari@uhb.ac.id; ¹dinafebrina@uhb.ac.id

ABSTRAK

Daun kelor (Moringa oleifera L.) memiliki aktivitas gastroprotektif sehingga berpotensi dikembangkan sebagai tablet floating untuk memperpanjang waktu tinggal obat di lambung. Tablet floating biasanya menggunakan polimer xanthan gum dan Hydroxypropyl Methylcellulose (HPMC) sebagai matriks pelepasan obat. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi sifat fisik tablet floating ekstrak etanol daun kelor dengan kombinasi xanthan gum dan HPMC, serta menentukan konsentrasi polimer yang sesuai. Penelitian eksperimental dilakukan dengan tiga formula: F1 (15% xanthan gum; 5% HPMC), F2 (10% xanthan gum; 10% HPMC), dan F3 (5% xanthan gum; 15% HPMC), menggunakan metode granulasi basah. Evaluasi sifat fisik granul diuji laju alir, indeks Carr, dan rasio Hausner, kemudian dicetak menjadi tablet 750 mg dan evaluasi sifat fisik tablet ($n = 3$) meliputi organoleptik, keseragaman bobot, ukuran, kekerasan, kerapuhan, dan uji floating pada medium HCl 0,1 N (pH 1,2; $37 \pm 0,5^\circ\text{C}$). Hasil menunjukkan seluruh formula tidak memenuhi keseragaman bobot dan uji kerapuhan ($> 1\%$). Keseragaman ukuran dan kekerasan (4–8 kg) memenuhi syarat. Uji floating menunjukkan bahwa tidak ada formula yang mampu mengapung hingga 30 menit (floating lag time > 30 menit; floating time = 0 menit). Disimpulkan bahwa, kombinasi xanthan gum dan HPMC pada rentang 5–15% belum menghasilkan tablet floating daun kelor yang memenuhi parameter fisik dan uji floating.

Kata kunci: *Tablet floating, daun kelor (Moringa oleifera L.), xanthan gum, HPMC*

ABSTRACT

Moringa leaves (Moringa oleifera L.) have gastroprotective activity, making them suitable for use in floating tablets to prolong the residence time of drugs in the stomach. Floating tablets typically use xanthan gum and hydroxypropyl methylcellulose (HPMC) polymers as drug release matrices. This study aims to evaluate the physical properties of floating tablets made from ethanol extract of moringa leaves with a combination of xanthan gum and HPMC, as well as to determine the appropriate polymer concentration. Experimental studies were conducted with three formulas: F1 (15% xanthan gum; 5% HPMC), F2 (10% xanthan gum; 10% HPMC), and F3 (5% xanthan gum; 15% HPMC), using the wet granulation method. The physical properties of the granules were evaluated by testing the flow rate, Carr index, and Hausner ratio, then molded into 750 mg tablets and evaluated for physical properties ($n = 3$), including organoleptic properties, weight uniformity, size, hardness, friability, and floating test in 0.1 N HCl medium (pH 1.2; $37 \pm 0.5^\circ\text{C}$). The results showed that all formulations did not meet the weight uniformity and friability test ($> 1\%$). Size uniformity and hardness (4–8 kg) met the requirements. The floating test showed that no formula was able to float for up to 30 minutes (floating lag time > 30 minutes; floating time = 0 minutes). It was concluded that the combination of xanthan gum and HPMC in the range of 5–15% did not produce moringa leaf extract floating tablets that met the physical parameters and floating test.

Keywords: Floating tablets, moringa leaves (*Moringa oleifera L.*), xanthan

PENDAHULUAN

Kelor (*Moringa oleifera L.*) merupakan tanaman herbal yang memiliki berbagai manfaat kesehatan. Daun kelor mengandung senyawa bioaktif seperti antioksidan, flavonoid, steroid, saponin, fenol hidrokuinon, alkaloid, tanin dan triterponoid (Widyapurwanti, 2020). Kandungan flavonoid dalam daun kelor, yakni β -sitosterol berperan dalam menurunkan risiko tukak lambung (Setiawan *et al.*, 2018). Selain itu, kandungan serat pada daun kelor berperan penting bagi pencernaan (Lestari *et al.*, 2020).

Penggunaan daun kelor secara peroral perlu diperhatikan keamanannya, uji toksitas akut menunjukkan pada dosis 1600 mg/kg BB hingga 2000 mg/kg BB menunjukkan gejala toksitas terutama pada organ hati (Ayuwardani dan Kusumaningrum, 2024). Daun kelor efektif dalam mengurangi ulkus dan melindungi lambung terhadap iritasi yang diinduksi aspirin pada tikus uji dengan dosis 100 mg/kg BB dan 300 mg/kg BB (Indrisari *et al.*, 2023). Dengan demikian, potensi senyawa aktif daun kelor perlu dikembangkan dalam bentuk sediaan, salah satunya dalam sediaan tablet *floating*.

Sistem penghantaran obat terapung (*Floating Drug Delivery System/FDDS*) merupakan sistem yang dirancang agar tablet mampu mengapung di dalam cairan lambung, sehingga dapat memperpanjang waktu tinggal obat di lambung tanpa mempengaruhi kecepatan pengosongan lambung (Koteswararao, 2019). Mekanisme utama FDDS bergantung pada kombinasi antara polimer pembentuk gel dan agen pembentuk gas (*gas-generating agent*), yang bersama-sama menurunkan densitas tablet hingga lebih ringan dari cairan lambung (Hati *et al.*, 2022). Sistem ini memberikan keuntungan berupa pelepasan obat secara perlahan, menjaga kadar obat dalam plasma tetap stabil, serta menurunkan frekuensi pemberian obat dibandingkan tablet konvensional (Tarizza *et al.*, 2024).

Salah satu komponen dalam formulasi tablet *floating* adalah polimer hidrofilik, yang berfungsi sebagai pembawa obat untuk mengantarkannya ke lokasi yang tepat di

dalam saluran pencernaan, yaitu lambung (Choiri *et al.*, 2020). Penggunaan polimer spesifik, seperti *xanthan gum* dan *Hydroxypropyl MethylCellulose* (HPMC) penting karena bahan semi-sintetik dan alami tersebut berperan dalam mengatur viskositas gel serta laju pelepasan obat pada formulasi tablet *floating* herbal (Wathore, 2023).

HPMC dalam berbagai grade seperti K4M, K15M dan K100M, dimana di mana semakin tinggi grade-nya maka semakin tinggi pula viskositas yang dihasilkan, sehingga membentuk lapisan gel lebih tebal dan memperlambat difusi obat. Dalam penelitian ini digunakan HPMC K100M, kombinasi xanthan gum dan HPMC K100M dapat digunakan dalam pembuatan tablet *floating* dengan perbandingan 5% : 15% menghasilkan pelepasan obat yang lebih lambat dan terkontrol, di mana xanthan gum yang mudah terhidrasi dapat meningkatkan pembengkakan matriks saat dikombinasikan dengan HPMC (Andini *et al.*, 2022).

Selain jenis polimer, rasio bahan pembentuk gas terhadap densitas tablet juga berperan penting dalam menentukan kemampuan tablet untuk tetap mengapung. Ketidakseimbangan rasio ini dapat menyebabkan kegagalan apung, terutama pada formulasi herbal dengan kandungan ekstrak tinggi ($\geq 40\%$) yang meningkatkan densitas tablet (Koteswararao, 2019).

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini difokuskan pada optimasi parameter utama, meliputi waktu mengapung (*floating lag time*) yaitu 25-600 detik dan durasi mengapung (*floating time*) yaitu > 8 jam untuk menghasilkan sediaan tablet *floating* herbal yang stabil dan memenuhi persyaratan sifat fisik tablet.

METODE PENELITIAN

Alat dan bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini, meliputi alat-alat gelas laboratorium (Pyrex[®]), timbangan analitik (Kenko KK-LAB), ayakan, *rotary evaporator* (Biobase[®]), oven (Mammert),

corong alat uji waktu alir, *stopwatch*, *hardness tester*, *friability tester* (Biobase®), *disintegration tester* (Biobase®), *tapped density tester* dan thermometer. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu daun kelor (*Moringa oleifera* L.) dari Desa Mrebet, etanol 70% (*pharma grade*), Polivinil Pirolidol (PVP) (*pharma grade*), natrium bikarbonat (*pharma grade*), avicel PH 102® (*pharma grade*), magnesium stearate (*pharma grade*), *Xanthan Gum* (*pharma grade*) dan *Hydroxypropyl Methyl Cellulose* (HPMC) K100M (*pharma grade*).

Prosedur Penelitian

Pembuatan Ekstrak Etanol Daun Kelor

Serbuk simplisia daun kelor (*Moringa oleifera* L.) diekstraksi dengan metode remaserasi. Sebanyak 500 g simplisia direndam dalam 2,5 L etanol 70% selama 3 hari. Setiap 1 x 24 jam, campuran disaring untuk memisahkan filtrat dan residu. Kemudian residu diekstraksi kembali menggunakan pelarut yang sama. Filtrat yang diperoleh digabungkan dan diuapkan dengan *rotary evaporator* hingga diperoleh ekstrak kental. Kemudian dilakukan uji bebas etanol untuk memastikan tidak terdeteksi sisa etanol pada ekstrak setelah penguapan.

Formulasi Tablet *Floating* Ekstrak Etanol Daun Kelor

Tablet *floating* dibuat menjadi 3 formula dengan bahan aktif ekstrak etanol daun kelor

(*Moringa oleifera* L.) serta variasi konsentrasi *Xanthan Gum* dan HPMC sebagai polimer. Setiap formula dibuat 100 tablet dengan bobot tablet 750 mg. Pembuatan tablet *floating* dilakukan dengan metode granulasi basah. Ekstrak daun kelor dicampur dengan polimer (*Xanthan Gum* dan HPMC K100M), larutan pengikat (PVP), Avicel PH 102 dan natrium bikarbonat hingga membentuk massa yang homogen, kemudian diayak menggunakan ayakan nomor 12 untuk menghasilkan granul. Granul kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 40 °C. Granul diayak kembali menggunakan ayakan nomor 14 dan ditambahkan fase luar, yaitu avicel PH 102 dan magnesium stearat, diaduk perlahan hingga tercampur merata. Kemudian di evaluasi sifat fisik granul dan tablet, proses pencetakan tablet dilakukan menggunakan mesin tablet single punch dengan tekanan konstan yang diatur hingga menghasilkan tablet dengan kekerasan dan kerapuhan sesuai persyaratan fisik tablet (Koteswararao, 2019).

Uji Floating

Uji *floating* dilakukan dalam medium 0,1 N HCl (pH 1,2) sebanyak 250mL dalam beker glass pada suhu $37 \pm 0,5$ °C. Parameter yang diamati waktu mengapung (*floating lag time*) dan durasi mengapung (*floating time*).

Tabel 1. Formulasi Tablet *Floating* Ekstrak Etanol Daun Kelor

Bahan	Keterangan	Formulasi (%)		
		F1	F2	F3
Ekstrak etanol daun kelor	Zat aktif	40	40	40
PVP	Pengikat	3	3	3
Natrium bikarbonat	<i>Gas generating</i>	14	14	14
Avicel PH 102	Penghancur dalam	12	12	12
Magnesium stearat	Pelicin	1	1	1
Avicel PH 102	Penghancur luar	10	10	10
<i>Xanthan Gum</i>	Polimer	15	10	5
HPMC	Polimer	5	10	15

*keterangan :

F1 : (1:3)

F2 : (1:1)

F3 : (3:1)

HASIL

Hasil Determinasi

Daun kelor (*Moringa oleifera* L.) diperoleh dari Desa Mrebet, Kecamatan Mrebet, Kabupaten Purbalingga. Proses determinasi

dilakukan di Laboratorium Lingkungan Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, untuk memastikan keaslian tanaman yang digunakan dalam penelitian.

Hasil determinasi menunjukkan bahwa sampel tersebut benar merupakan *Moringa oleifera* L dengan reference Encycl. 1: 398 (1785).

Hasil Ekstraksi

Ekstraksi daun kelor menghasilkan rendemen sebesar 24,01%. Rendemen dihitung sebagai persentase perbandingan antara bobot ekstrak yang diperoleh dengan berat awal simplisia.

Hasil Uji Bebas Etanol

Uji bebas etanol dilakukan untuk memastikan tidak adanya sisa pelarut dalam ekstrak. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ekstrak daun kelor tidak menimbulkan bau etanol, sehingga dinyatakan bebas dari kandungan pelarut.

Evaluasi sifat fisik granul

Hasil evaluasi granul dari tiga formula dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Evaluasi Granul

Evaluasi	F1	F2	F3	p-value ANOVA
Laju alir (g/detik)	8,69	8,91	7,84	0.406
Sudut diam (°)	13,05	11,11	12,40	0.547*
Kompresibilitas (%)	6,15	6,40	7,41	0.875*

Keterangan : Hasil merupakan rata-rata dari replikasi 3x

**p-value uji Kruskall-Wallis

Evaluasi Sifat Fisik Tablel

Hasil evaluasi tablet dari tiga formula dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Evaluasi Sifat Fisik Tablet

Evaluasi	F1	F2	F3	p-value ANOVA
Organoleptik (warna; bentuk; aroma)	Coklat; bulat; khas daun kelor	Coklat; bulat; khas daun kelor	Coklat; bulat; khas daun kelor	-
Keseragaman bobot* (gram)	781,01 ^a	760,78 ^b	754,03 ^c	0.001
Keseragaman ukuran (cm) (Diameter) (Tebal)*	1,22	1,22	1,22	0.589**
Kerapuhan (%)	1,83	3,08	1,91	0,071**
Kekerasan (kg)	7	8	7	0,156**
Uji Floating	Tidak terjadi floating	Tidak terjadi floating	Tidak terjadi floating	-

Keterangan: Hasil merupakan rata-rata dari replikasi 3x

*Hasil memiliki perbedaan yang signifikan

**p-value uji Kruskall-Wallis

^{abc}memiliki perbedaan yang signifikan antar formula

Uji Floating

Seluruh formula (F1, F2, dan F3) tidak menunjukkan kemampuan mengapung hingga 30 menit pada medium HCl 0,1 N (pH 1,2; 37 ± 0,5 °C). Nilai *Floating Time* dan *Floating Lag Time* masing-masing tercatat 0 detik dan <1 menit. Tablet tidak mengapung kemungkinan disebabkan densitas tablet yang melebihi 1 g/mL akibat kandungan ekstrak tinggi (40%) dan terbatasnya pembentukan gas CO₂ karena gas terperangkap tidak sempurna.

PEMBAHASAN

Determinasi dan Ekstraksi

Determinasi tanaman memastikan keaslian sampel yang digunakan sebagai *Moringa oleifera* L. Hal ini penting agar hasil penelitian valid untuk digunakan dalam penelitian. Rendemen ekstrak sebesar 24,01% menunjukkan efisiensi proses ekstraksi yang baik karena semakin tinggi nilai rendemen menunjukkan semakin banyak senyawa aktif yang berhasil terekstraksi dari sampel (Lamadjido *et al.*, 2019).

Uji Bebas Etanol

Hasil negatif pada uji bebas etanol dengan menambahkan 1 tetes asam sulfat (H_2SO_4) pekat dan 1 tetes asam asetat (CH_3COOH) kemudian campuran tersebut dipanaskan, menandakan bahwa proses evaporasi pelarut berjalan optimal. Tidak adanya bau etanol mengindikasikan ekstrak aman untuk digunakan dalam formulasi tablet (Kurniawati, 2015).

Evaluasi Granul

Uji laju alir dilakukan untuk menilai sifat alir massa granul dengan mengukur waktu alir dari *hopper* menuju ruang cetak *die*, sifat alir yang baik memastikan ruang cetak terisi sempurna sehingga tablet yang dihasilkan memiliki bobot yang seragam. Sifat alir yang memenuhi kriteria granul baik adalah tidak lebih dari 10 detik (United States Pharmacopenia, 2014). Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2 menunjukkan bahwa ketiga formula memenuhi persyaratan sifat alir yang baik karena waktu alir yang diperoleh berada di bawah 10 detik. Granul yang dihasilkan menunjukkan sifat alir baik dengan waktu alir 6,5–7,2 detik/100 g, sudut diam 28–30°, dan indeks kompresibilitas <15%, yang menandakan karakteristik alir memenuhi persyaratan. Berdasarkan hasil analisis statistik menggunakan uji One-Way ANOVA, uji laju alir tidak memiliki perbedaan nilai signifikan yang dipengaruhi oleh perbedaan konsentrasi kombinasi polimer *Xanthan Gum* dan HPMC antara formula (p-value 0.406 > 0.05; 95% CI).

Uji sudut diam dilakukan untuk mengetahui sudut maksimum yang terbentuk antara tumpukan granul dengan bidang datar saat pengujian. Parameter ini digunakan untuk menilai sifat alir, dimana sudut diam <25° menunjukkan sifat alir yang baik (Agoes, 2012). Berdasarkan hasil pada Tabel 2 ketiga Formula memiliki sudut diam sebesar 13,05°, 11,11° dan 12,40°. Nilai sudut diam dipengaruhi oleh besarnya gaya tarik-menarik dan gaya gesek antarpartikel, dimana semakin kecil gaya tarik dan gaya gesek yang terjadi, maka aliran granul akan berlangsung lebih cepat dan mudah. Selain itu, sudut diam juga dapat dipengaruhi oleh ukuran partikel, dimana partikel yang lebih kecil cenderung memiliki gaya gesek lebih besar dibandingkan partikel berukuran lebih besar (Syabania *et al.*, 2021). Berdasarkan hasil analisis statistik menggunakan uji Kruskall-Wallis, uji sudut

diam tidak memiliki perbedaan signifikan yang dipengaruhi oleh perbedaan konsentrasi kombinasi polimer *Xanthan Gum* dan HPMC antara formula F1, F2, dan F3 (p-value 0.547 > 0.05; 95% CI). Hal ini mengindikasikan bahwa ketiga formula memiliki karakteristik sudut diam yang relatif sama.

Uji kompresibilitas dilakukan untuk menilai sifat alir, kerapatan granul, serta persentase penurunan volume akibat hentakan. Granul dikategorikan baik apabila memiliki nilai kompresibilitas sebesar 1-10% (Aulton *et al.*, 2018). Berdasarkan hasil pada Tabel 2 ketiga formula berada dalam rentang yang dipersyaratkan, sehingga dapat disimpulkan bahwa granul memiliki sifat kompresibilitas yang sangat baik. Berdasarkan hasil analisis statistik menggunakan uji Kruskall-Wallis, uji kompresibilitas tidak memiliki perbedaan nilai signifikan yang dipengaruhi oleh perbedaan konsentrasi kombinasi polimer *Xanthan Gum* dan HPMC antara F1, F2 dan F3 (p-value 0.875 > 0.05; 95% CI).

Evaluasi Tablet

Uji Organoleptik

Pengujian organoleptik dilakukan untuk menilai karakteristik fisik tablet tablet, meliputi warna, bentuk dan aroma (Saputri *et al.*, 2022). Berdasarkan hasil pengamatan pada Tabel 3, ketiga formula memiliki warna coklat, berbentuk bulat dan aroma khas daun kelor.

Uji Keseragaman Bobot

Pengujian keseragaman bobot dilakukan untuk menilai penyimpangan bobot tiap tablet terhadap bobot rata-rata. Pada penelitian ini, bobot tablet yang digunakan adalah 750 mg. Berdasarkan ketentuan Farmakope Indonesia (Depkes, 2020), tablet dengan bobot tersebut dinyatakan memenuhi syarat jika tidak lebih dari dua tablet yang menyimpang dari batas ±5% terhadap bobot rata-rata dan tidak ada satu tablet yang menyimpang lebih dari ± 10%. Hasil pengujian pada Tabel 3 menunjukkan bahwa ketiga Formula (F1, F2 dan F3) tidak memenuhi kriteria keseragaman bobot karena persentase penyimpangan bobot tablet melebihi batas yang ditetapkan. Hal ini mengindikasikan bahwa proses pencampuran bahan dan homogenisasi granul belum merata sehingga distribusi massa tablet antar formula tidak konsisten. Dengan demikian, kombinasi polimer menunjukkan efek sinergis, ditandai

dengan berkurangnya variasi bobot tablet dan meningkatnya profil pelepasan obat dalam formulasi tablet *floating* (S. E. P. Sari et al., 2024). Berdasarkan hasil analisis menggunakan uji *One-Way ANOVA* diikuti uji lanjut (*post-hoc Tukey HSD*), uji keseragaman bobot menunjukkan bahwa adanya perbedaan signifikan yang dipengaruhi oleh variasi konsentrasi kombinasi polimer *Xanthan Gum* dan HPMC antara formula (p-value 0.001 < 0.05; 95% CI). Perbedaan signifikan antara formula pada F1-F2 dan F1-F3.

Uji Keseragaman Ukuran

Pengujian keseragaman ukuran dilakukan untuk memastikan tablet yang dihasilkan memiliki diameter dan ketebalan yang relatif seragam. Hasil dapat dilihat pada Tabel 3, ketiga formula memiliki diameter 1,22 cm, dengan ketebalan formula 1 sebesar 0,56 cm, formula 2 sebesar 0,57 cm dan formula 3 sebesar 0,54 cm. Ketiga formula memenuhi persyaratan keseragaman ukuran yaitu diameter tablet tidak lebih dari 3 kali dan tidak kurang dari 4/3 kali ketebalan tablet (Depkes, 2020).

Kombinasi polimer tersebut memberikan efek sinergis dalam menghasilkan tablet dengan ukuran dan ketebalan yang seragam serta stabil, sesuai dengan persyaratan farmakope (S. E. P. Sari et al., 2024). Berdasarkan hasil analisis statistik, uji *Kruskall-Wallis* pada parameter diameter tablet tidak memiliki perbedaan signifikan antar formula (p-value 0.589 > 0.05; 95% CI). Namun, hasil analisis ketebalan tablet menggunakan uji *One-Way ANOVA* diikuti uji lanjut (*post-hoc Tukey HSD*) menunjukkan adanya perbedaan signifikan antar formula (p-value 0.001 < 0.05; 95% CI) pada F1^a-F3^c dan F2^b-F3^c.

Uji Kekerasan tablet

Pengujian kekerasan tablet dilakukan untuk menilai ketahanan tablet terhadap tekanan mekanik selama proses pengemasan dan distribusi. Faktor yang mempengaruhi kekerasan tablet antara lain tekanan kompresi dan jumlah bahan pengikat, di mana peningkatan keduannya cenderung menghasilkan tablet yang lebih keras (Azizah et al., 2023). Tablet dinyatakan memenuhi persyaratan jika memiliki kekerasan dalam rentang 4-8 kg (Andini et al., 2022). Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 3

ketiga formula masih berada dalam rentang yang dipersyaratkan. Berdasarkan hasil statistik menggunakan uji *Kruskall-Wallis* diperoleh (p-value 0.156 > 0.05; 95% CI) yang menunjukkan tidak terdapat perbedaan signifikan antar formula. Dengan demikian, variasi konsentrasi kedua polimer tidak memberikan pengaruh terhadap kekerasan tablet, meskipun tetap menghasilkan tablet dengan kekerasan yang stabil dan memenuhi persyaratan.

Uji Kerapuhan Tablet

Pengujian kerapuhan dilakukan untuk menilai ketahanan fisik tablet terhadap guncangan yang mungkin terjadi selama proses distribusi maupun penyimpanan. Tablet dinyatakan memenuhi persyaratan apabila mengalami kehilangan bobot kurang dari 1% (Noorjannah dan Noval, 2020). Kerapuhan tablet berhubungan dengan kekerasan tablet, dimana peningkatan kekerasan umumnya menurunkan tingkat kerapuhan (Wardhani et al., 2016). Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 3 menunjukkan ketiga formula tidak memenuhi persyaratan kerapuhan karena menunjukkan susut bobot lebih dari 1% dan untuk F2 susut bobot lebih dari 3%.

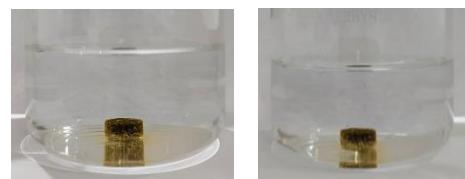
Peningkatan konsentrasi HPMC cenderung meningkatkan kerapuhan karena sifatnya yang rapuh, sedangkan *xanthan gum* membentuk matriks gel elastis yang mampu menekan tingkat kerapuhan. Kombinasi keduanya memberikan efek sinergis, namun perbandingan konsentrasi pada formula uji belum optimal sehingga kerapuhan masih melebihi batas yang ditetapkan. Tingkat kerapuhan tablet berhubungan dengan kekerasan tablet, dimana peningkatan kekerasan umumnya menyebabkan penurunan kerapuhan (Wardhani et al., 2016). Analisis korelasi antara kekerasan dan kerapuhan menunjukkan kecenderungan hubungan negatif, di mana semakin tinggi kekerasan tablet maka tingkat kerapuhannya menurun, meskipun hubungan tersebut tidak signifikan. Berdasarkan analisis statistik menggunakan uji *Kruskall-Wallis*, diperoleh (p-value 0.071 > 0.05; 95% CI) yang menunjukkan bahwa variasi konsentrasi kombinasi *xanthan gum* dan HPMC tidak memberikan perbedaan signifikan terhadap kerapuhan tablet.

Uji Floating

Tablet *floating* dirancang untuk dapat mengapung dalam cairan lambung, sehingga memperpanjang waktu tinggal obat dan meningkatkan bioavailabilitas. Mekanisme utamanya melibatkan polimer hidrofilik seperti *xanthan gum* dan HPMC yang menyerap air, membentuk lapisan gel serta menurunkan densitas tablet hingga lebih ringan dari cairan lambung, sedangkan natrium bikarbonat menghasilkan gas CO₂ yang terperangkap dalam matriks gel untuk membantu tablet tetap mengapung (Andini *et al.*, 2022). Wathore (2023) melaporkan bahwa viskositas dan konsentrasi polimer sangat menentukan pembentukan gel dan waktu mengapung, sehingga rasio polimer dan agen pembentuk gas perlu dioptimalkan. Pada penelitian ini, formula F1 (15% *xanthan gum*; 5% HPMC), F2 (10%; 10%) dan F3 (5%; 15%) tidak menunjukkan kemampuan mengapung meskipun telah ditambahkan natrium bikarbonat 14%. Hal ini diduga dipengaruhi oleh perbedaan sifat polimer, di mana *xanthan gum* membentuk gel elastis sedangkan HPMC menghasilkan gel kaku dan padat, sehingga konsentrasi *xanthan gum* tinggi pada F1 menghambat pelepasan gas dan konsentrasi HPMC tinggi pada F3 membentuk matriks gel kurang fleksibel sehingga gas CO₂ sulit terperangkap. Ketidakseimbangan proporsi polimer inilah yang berkontribusi terhadap kegagalan daya apung (Setyorini *et al.*, 2016).

Secara keseluruhan, kegagalan ketiga formula dipengaruhi oleh ketidakseimbangan viskositas gel dan kemampuan matriks dalam mempertahankan gas CO₂, sehingga diperlukan optimasi konsentrasi polimer agar terbentuk matriks dengan viskositas seimbang yang mampu mempertahankan daya apungnya (Wathore, 2023). Selain itu, kemungkinan lain penyebab gagalnya daya apung adalah densitas tablet yang lebih besar dari 1 akibat tingginya proporsi ekstrak (40%) yang bersifat padat dan menambah massa tablet. Gas CO₂ hasil reaksi natrium bikarbonat tidak sempat terperangkap karena struktur matriks yang terlalu padat dan viskositas gel yang tidak seimbang. Akibatnya, gas keluar sebelum membentuk rongga yang cukup untuk mengurangi densitas tablet. Sebagai strategi perbaikan, kami juga menambahkan rekomendasi untuk mengoptimalkan penggunaan HPMC K100M guna membentuk lapisan gel yang lebih kokoh, menambahkan

asam sitrat 3–5% untuk mempercepat pembentukan gas CO₂, serta menurunkan berat tablet atau meningkatkan porositas melalui penggunaan porogen atau pengikat yang larut cepat agar densitas tablet < 1 dan gas lebih mudah terperangkap (Sari *et al.*, 2019). Hasil uji *floating* tablet dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil Uji *Floating*

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, formulasi tablet *floating* ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera* L.) dengan kombinasi *xanthan gum* dan HPMC memenuhi sebagian parameter evaluasi sifat fisik tablet, yaitu keseragaman ukuran dan kekerasan tablet. Namun, tablet belum memenuhi uji keseragaman bobot (penyimpangan >5-10%) dan kerapuhan (susut bobot >1%). Pada kondisi uji medium 0,1 N HCl (37 ± 0,5 °C), seluruh formula tidak menunjukkan waktu mengapung (*floating lag time*) maupun durasi mengapung (*floating time*). Oleh karena itu, diperlukan optimasi lebih lanjut terhadap rasio polimer (*xanthan gum*, HPMC) dan jumlah agen pembentuk gas.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar penelitian selanjutnya melakukan optimasi variasi kombinasi *xanthan gum* dan HPMC untuk memperoleh formula tablet *floating* dengan sifat fisik yang memenuhi standar dan memiliki kemampuan mengapung (*floating*).

DAFTAR PUSTAKA

- Agoes, G. (2012). *Sediaan farmasi padat (SFI-6)*. Penerbit ITB.
- Andini, S., Sa'diah, S., & Puspa, S. (2022). Preparasi dan karakteristik floating tablet ekstrak daun jambu biji (*psidium guajava* L.) dengan variasi kombinasi *xanthan gum* dan HPMC. *Jurnal Sains Dan Kesehatan*,

- 4(4),370–378.
<https://doi.org/10.25026/jsk.v4i4.1226>
- Aulton, M. E., & Taylor, K. M. G. (2018). *Aulton's pharmaceutics: The design and manufacture of medicines* (5th ed.) Elsevier.
- Ayuwardani, N., & Kusumaningrum, A. D. (2024). Toksisitas akut ekstrak daun *Moringa oleifera*: pemeriksaan makroskopik dan mikroskopik organ liver tikus putih. *Parapemikir: Jurnal Ilmiah Farmasi*, 13(2), 228–235. <https://doi.org/10.30591/pjif.v13i2.6129>
- Azizah, N., Noval, N., & Sudarsono, P. V. (2023). Optimasi formulasi tablet lepas lambat ekstrak seledri (*Apium graveolens* L.) menggunakan polimer xanthan gum dan lubrikan magnesium stearat dengan metode simplex lattice design (SLD). *Jurnal Surya Medika*, 9(1), 180–194. <https://doi.org/10.33084/jsm.v9i1.5165>
- Choiri, S., Sulaiman, T. N. S., & Rohman, A. (2020). Assessment of the effect of polymers combination and effervescent component on the drug release of swellable gastro-floating tablet formulation through compartmental modeling-based approach. *Drug Development and Industrial Pharmacy*, 46(1), 146–158. <https://doi.org/10.1080/03639045.2019.1711387>
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (2020). *Farmakope Indonesia* (Edisi Ke-5). Departemen Kesehatan RI.
- Indrisari, M., Khairi, N., Muslimin, L., Awaluddin, A., & Arisah, A. (2023). Efektivitas ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) untuk ulkus peptikum pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) Yang Diinduksi Aspirin. *Media Farmasi*, 19(1), 30. <https://doi.org/10.32382/mf.v19i1.3292>
- Kadek Dian Widyapurwanti, I. W. M. S. (2020). Aktivitas tumbuhan kelor (*Moringa oleifera*) dalam penyembuhan tukak peptik: Literature Review. *Jurnal Medika Hutama*, 03(03), 402–406.
- Kurniawati, E. (2015). Daya Antibakteri ekstrak etanol tunas bambu apus terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* secara in vitro. *Jurnal Wiyata*, 2(2), 193–199.
- Lamadjido, S. R., Umrah, U., & Jamaluddin, J. (2019). Formulasi dan analisis nilai gizi bakso kotak dari jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*). *Jurnal Farmasi Galenika (Galenika Journal of Pharmacy) (e-Journal)*, 5(2), 166–174. <https://doi.org/10.22487/j24428744.2019.v5.i2.13149>
- Lestari, E., Sunarno, S., & Kasiyati, K. (2020). Efek bahan aditif tepung kelor terhadap biomassa organ visceral ayam petelur jantan. *Media Bina Ilmiah*, 14(9), 3215–3230. <http://ejurnal.binawakya.or.id/index.php/MBI/article/view/551>
- Noorjannah, & Noval. (2020). Uji disolusi terbanding antara sediaan tablet ramipril generik dan bermerek. *Journal of Pharmaceutical Care and Science*, 1(1), 45–54. <https://ejurnal.unism.ac.id/index.php/jpcs/article/view/33>
- Permata Hati, M., Syukri, Y., & Hernawan Nugroho, B. (2022). Pengaruh kombinasi matriks terhadap karakter tablet metformin HCl lepas lambat sistem floating effervescent. *Pharmaceutical Journal of Indonesia*, 7(2), 89–96. <https://doi.org/10.21776/ub.pji.2022.007.02.3>
- Rama Koteswararao, & Lankalapalli, D (2019).Formulation and evaluation of gastroretentive floating tablets. *Journal of Drug Delivery & Therapeutics*, 9(4), 173–180. <https://doi.org/10.22270/jddt.v11i3-S.4828>
- Saputri, Y. L., Nawangsari, D., & Samodra, G. (2022). Formulasi dan evaluasi tablet hisap ekstrak kulit pisang raja (*Musa X paradisiaca* L.) menggunakan polivinil pirolidon (PVP). *Jurnal Mandala Pharmacon Indonesia*, 8(2), 262–274. <https://doi.org/10.35311/jmpi.v8i2.249>
- Sari, S. E. P., Aisyah, S., & Harjanti, R. (2024). Optimasi HPMC dan xanthan gum sebagai matriks tablet lepas lambat kaptopril menggunakan metode simplex

- lattice design (SLD). *Jurnal Farmasi & Sains Indonesia*, 7(1), 162–171. <https://doi.org/10.52216/jfsi.vol7no1p162-171>
- Sari, S. P., Bestari, A. N., & Sulaiman, T. N. S. (2019). Optimasi formula tablet floating famotidin menggunakan kombinasi matriks gum xanthan dan hidroksi propil metil selulosa K100M. *Majalah Farmaseutik*, 15(2), 86. <https://doi.org/10.22146/farmaseutik.v15i2.46878>
- Setiawan, T., Susilaningsih, N., & Saktini, F. (2018). Pengaruh pemberian ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) dosis bertingkat terhadap gambaran mikroskopis gaster tikus wistar jantan yang diinduksi formalin. *Diponegoro Medical Journal (Jurnal Kedokteran Diponegoro)*, 7(2), 1358–1368. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/mmedico/article/view/21283>
- Setyorini, E., Irawan, E. D., Oktora, L., & Kumala, R. (2016). Optimasi hydroxypropyl methylcellulose dan xanthan gum pada tablet floating-mucoadhesive gliclazide metode desain faktorial. *E-Jurnal Pustaka Kesehatan*, 4(2), 249–254.
- Syabania, M., Pambudi, D. B., Wirasti, W., & Rahmatullah, S. (2021). Karakteristik dan evaluasi granul ekstrak daun kersen (*Muntingia calabura* L.) dengan metode granulasi basah. *Prosiding Seminar Nasional Kesehatan*, 1, 1737–1746. <https://doi.org/10.48144/prosiding.v1i.926>
- Tarizza Puspa Anggrelia, Ginting, A. S., Rosyidah, Y. K. I., Istifadah, M., Agustino, F., Rahmawati, D., Ambari, Y., Ariyanti, M. M., & Mubarak, M. F. (2024). Kajian penggunaan matriks pada formulasi tablet lepas lambat. *Jurnal Anestesi*, 2(3), 251–260. <https://doi.org/10.59680/anestesi.v2i3.1249>
- United States Pharmacopenia (USP). (2014). *The United States Pharmacopenia 37*. United States Pharmacopenia Convention.
- Wardhani, S. D., Nugroho, F., Yulianto, D., Azizah, S., & Wahyono, H. W. (2016). Formulasi tablet hisap kombinasi *Curcuma xanthoriza* Roxb., *Curcuma longa* L., dan *Zingiber officinale* 'Sunti' sebagai sediaan kemopreventif kanker. *Acta Pharmaciae Indonesia*.
- Wathore, S. (2023). Formulation and evaluation of lamivudine extended release floating tablets by using HPMC polymers and xanthan gum. *Journal of Pharmaceutical Research Internasional*, 8(3), 262–273. <https://doi.org/10.35629/7781-0803262273>