

UJI KADAR BESI DAN PEMBUATAN KAPSUL EKSTRAK DAUN KELOR (*Moringa oleifera* Lam.)

THE DETERMINATION OF FE CONTENT AND FORMULATION CAPSULE OF THE EXTRACT OF KELOR LEAVES (*Moringa oleifera* Lam.)

Happy Elda Murdiana¹, Ellsya Angeline Rawar¹, Aloysia Yossy Kurniawaty¹

¹Fakultas Farmasi Universitas Kristen Immanuel

Jalan Solo Km 11,1, Yogyakarta

Email : happy@ukrimuniversity.ac.id

Submitted : 1 February 2022

Reviewed : 2 March 2022

Accepted : 9 March 2022

ABSTRAK

Daun kelor (*Moringa oleifera* Lam.) mengandung zat besi yang diperlukan untuk eritropoesis. Zat besi sangat penting sebagai fungsi biologis termasuk respirasi, produksi energi, sintesis DNA, dan proliferasi sel. Tubuh manusia telah berevolusi untuk melestarikan keberadaan besi, termasuk mendaur ulang besi setelah pemecahan sel darah merah dan retensi besi tanpa adanya mekanisme ekskresi. Pengelolaan terapi anemia defisiensi besi secara umum difokuskan pada penyimpanan besi. Terapi defisiensi besi dengan atau tanpa anemia adalah profilaksis preparat besi peroral dan lini pertama untuk defisiensi besi individual tanpa inflamasi juga preparat besi (Fe) peroral. Penyediaan zat besi dari bahan alam sangat mudah didapat, murah, dan mudah pengolahannya. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kadar zat besi dalam bentuk daun maupun ekstrak daun kelor yang berasal dari Kabupaten Bantul dan Kulonprogo, kemudian ekstrak daun kelor yang memiliki kandungan zat besi tertinggi dibuat sediaan kapsul dengan metode granulasi basah. Penelitian ini diawali dengan pembuatan ekstrak daun kelor secara maserasi menggunakan etanol 96% kemudian dilakukan pengujian kadar Fe pada daun kelor basah, kering, dan ekstrak daun kelor menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Hasil pengujian menunjukkan bahwa kadar Fe dalam daun kelor basah yang berasal dari Bantul dan Kulonprogo adalah 27,40 mg/kg dan 35,10 mg/kg, dalam daun kelor kering yang berasal dari Bantul dan Kulonprogo adalah 92,21 mg/kg dan 244,43 mg/kg, dan dalam ekstrak daun kelor yang berasal dari Bantul dan Kulonprogo adalah 13,17 mg/kg dan 33,38 mg/kg. Pembuatan granul menggunakan metode granulasi basah dengan bahan tambahan laktosa, aspartame, dan Mg stearat. Hasil karakterisasi uji fisik granul menunjukkan kandungan air sebesar 1,23%, sudut istirahat 25,9°, waktu alir 6,27 detik, indeks kompresibilitas 7%, dan rasio hausner 1,07. Hasil karakteristik uji fisik kapsul ekstrak daun kelor menunjukkan waktu hancur 10,38 menit dan keseragaman bobot 0,29%. Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kandungan Fe tertinggi berupa daun kering yang berasal dari Kulonprogo, hasil karakteristik uji fisik granul dan kapsul memenuhi persyaratan baik.

Kata kunci : Daun Kelor, Kadar Fe, Formulasi, Kapsul, Ekstrak

ABSTRACT

Moringa Oleifera Lam. contains iron which is necessary for erythropoiesis. Iron is essential for many biological functions including respiration, energy production, DNA synthesis, and cell proliferation. The human body has evolved for the presence of iron, including recycling of iron after the breakdown of red blood cells and retention of iron without a mechanism for its extraction. Treatment of iron deficiency anemia is generally focused on iron storage. The first-line therapy for individual iron deficiency without inflammation is oral iron (Fe). The

preparation of iron from natural materials is very easy to obtain, cheap, and easy to process. This study aims to compare the level of moringa leaves iron and the extract from Bantul and Kulonprogo district, then the highest iron content is made into capsules using the wet granulation method. The study began with the manufacture of moringa leaf extract by maceration using 96% ethanol. The evaluating of the iron (Fe) content in wet, dry, and extract leaves using atomic absorption spectrophotometry (AAS). The levels of iron (Fe) in wet moringa leaves from Bantul and Kulonprogo were 27.40 mg/kg and 35.10 mg/kg, in dry moringa leaves from Bantul and Kulonprogo were 92.21 mg/kg and 244.43 mg/kg, and in moringa leaf extract from Bantul and Kulonprogo were 12.17 mg/kg and 33.38 mg/kg. The granule was made using the wet granulation method. The characteristic of granule results in water content of 1.23%, the angle of repose was 25.9°, the flowability was 6.27 seconds, the tapped density was 7%, and the Hausner ratio was 1.07. The physical characteristics of the capsule result in a disintegration time of 10.30 minutes and weight homogeneity of 0.29%. The conclusion of this study is the highest level content of iron (Fe) is dry leaves of moringa from Kulonprogo, and the physical characteristics of the granule and capsules are very good.

Keywords: Kelor Leaves, Fe content, Formulation, Capsule, Extract

Penulis Korespondensi :

Happy Elda Murdiana
Fakultas Farmasi Universitas Kristen Immanuel
Jalan Solo Km 11,1, Yogyakarta
Email : happy@ukrimuniversity.ac.id

PENDAHULUAN

Diperkirakan 1/3 penduduk dunia mengalami anemia ([Auerbach et al., 2016](#)). Berkisar 25% penyebab kematian karena anemia di seluruh dunia disebabkan oleh anemia defisiensi besi ([Warner & Kamran, 2021](#)) ([Camaschella, 2015](#)). Angka defisiensi besi di Negara berkembang lebih tinggi dibandingkan negara maju ([Warner & Kamran, 2021](#)). Prevalensi defisiensi besi karena kurangnya asupan besi berkisar 40% pada anak usia pre sekolah, 30% pada gadis dan wanita usia produktif, serta wanita hamil mencapai 38% ([Camaschella, 2015](#)).

Anemia defisiensi besi adalah anemia yang disebabkan kurangnya ketersediaan zat besi dalam tubuh sehingga menyebabkan zat besi yang diperlukan untuk eritropoesis tidak mencukupi. Hal ini ditandai dengan gambaran eritrosit yang hipokromikrositer, penurunan kadar besi serum, transferrin, dan cadangan besi disertai peningkatan kapasitas ikat besi (*total iron binding capacity*) ([Kurniati, 2020](#)) ([Camaschella, 2015](#)). Besi sangat penting sebagai fungsi biologis termasuk respirasi, produksi energi, sintesis DNA, dan proliferasi sel. Tubuh manusia telah berevolusi untuk melestarikan keberadaan besi, termasuk mendaur ulang besi setelah pemecahan sel darah merah dan retensi besi tanpa adanya mekanisme ekskresi. Penyerapan besi terbatas 1-2 mg setiap hari dan kebutuhan besi perhari sekitar 25 mg disediakan melalui daur ulang oleh makrofag yang memfagosit eritrosit tua ([Camaschella, 2015](#)). Pada masa menstruasi dan kehamilan trimester pertama, kebutuhan besi meningkat 3 mg dan meningkat 5-6 mg pada trimester 2 dan 3 ([Kurniati, 2020](#)).

Penyebab defisiensi besi bervariasi berdasarkan usia, jenis kelamin, dan status ekonomi ([Warner & Kamran, 2021](#)). Kekurangan zat besi dapat terjadi akibat asupan zat besi yang tidak mencukupi pada makanan, penurunan penyerapan karena kasus tertentu, dan kehilangan darah ([Warner & Kamran, 2021](#)) ([Fan, 2016](#)) ([Camaschella, 2015](#)) ([Cappellini et al., 2020](#)). Perdarahan saat menstruasi yang hebat dapat mengakibatkan anemia defisiensi besi ([Mansour et al., 2021](#)). Menurut review dari beberapa panduan terapi defisiensi besi, terapi defisiensi besi dengan atau tanpa anemia merekomendasikan profilaksis besi (Fe) peroral pada pasien tanpa gejala yang berisiko tinggi menjadi anemia ([Mansour et al., 2021](#)). Pengelolaan terapi anemia defisiensi besi secara umum difokuskan pada penyimpanan besi. Jika defisiensi besi

individual tanpa inflamasi saran terapetiknya adalah preparat besi (Fe) peroral (Koch et al., 2015). Terapi pada anak dan remaja dengan anemia defisiensi besi adalah pemberian preparat besi secara intravena jika pemberian oral tidak mencapai target (Powers et al., 2016) (Froessler et al., 2018). Besi merupakan komponen heme yang sangat penting, salah satu cara untuk mendapatkan besi diperoleh juga dari diet (Kurniati, 2020).

Sumber herbal adalah solusi bagi kesehatan dan nutrisi yang terjangkau dari segi harga dan kemudahan mendapat dan pengolahannya, khususnya di Indonesia. *Moringa oleifera* Lam. dikenal sebagai pohon ajaib, pohon makanan super karena seluruh bagiannya mengandung banyak nutrisi untuk terapi kurang gizi yang telah teruji dan dapat dikonsumsi bagi segala usia (Farooq et al., 2021). Daun kelor mengandung konsentrasi tinggi vitamin A, vitamin C, protein, *alkaloids*, *quinine*, *saponins*, *flavonoids*, *tannin*, *steroids*, glikosida, niazirin dan niazirin, alfa dan gama tokoferol (Paikra et al., 2017). Tetapi jumlah dan kualitas kandungan bahan fitokimia antara daun, bunga, buah, biji, minyak biji, kulit kayu, dan akar tergantung pada kultivar, musim, dan lokasi tumbuh (Dhakad et al., 2019). Ekstrak air daun kelor (*Moringa oleifera* L) sebagai herbal suplemen tambahan preparat besi (Fe) dapat menurunkan kejadian anemia defisiensi besi. Ekstrak air daun kelor sebagai tambahan terapi dapat meningkatkan rata-rata kadar hematokrit, MCH, MCHC, penurunan platelet (Suzana et al., 2017), dan juga dapat meningkatkan kadar hemoglobin 58% pada ibu hamil serta mencegah penurunan serum ferritin sebesar 50% penyebab anemia (Murdiana et al., 2018).

Pengukuran logam dalam suatu sampel secara in vitro dapat menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). SSA merupakan alat yang paling umum digunakan untuk mengukur konsentrasi berbagai unsur termasuk Fe dengan prinsip penyerapan cahaya oleh atom Fe di dalam sampel dan ketersediaan alat ini di Indonesia cukup banyak (Ikhsani et al., 2017).

Pembuatan sediaan farmasi, meliputi enkapsulasi ekstrak tumbuhan yang kaya bioaktif merupakan metode efektif untuk mencegah kerusakan atau kehilangan aktivitas selama pemrosesan dan penyimpanannya (George et al., 2021).

Tujuan penelitian ini adalah membandingkan kadar zat besi dalam bentuk daun maupun ekstrak daun kelor yang berasal dari Kabupaten Bantul dan Kulonprogo, kemudian ekstrak daun kelor yang memiliki kandungan zat besi tertinggi dibuat sediaan kapsul dengan metode granulasi basah. Sediaan kapsul dipilih karena lebih praktis dalam pembuatan dan pengonsumsiannya oleh masyarakat luas.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah neraca analitik (Ohaus®), spektrofotometri UV-Vis, spektrofotometri serapan atom (Analytik Jena®), oven (Memmert®), *waterbath* (Memmert®), gelas ukur (Pyrex®), bejana maserasi, gelas beker, batang pengaduk, tabung reaksi, bunsen, mikropipet, labu takar, alat pengukur waktu alir granul, gelas ukur (Pyrex), *moisture analyzer*, dan *disintegrator tester*.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun kelor segar yang diambil dari Kabupaten Bantul dan Kulonprogo, Daerah Istimewa Yogyakarta. Etanol 96%, laktosa, aspartame, dan Mg stearat (Bratachem®). Pengukuran kadar Fe digunakan asam nitrat p.a, asam perklorat p.a, aquadest, dan standar Fe (Merck®).

Jalannya penelitian

1. Pengumpulan bahan

Bahan berupa daun kelor segar diambil dari Kabupaten Kulonprogo dan Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Pengambilan dilakukan sore hari untuk menghindari penguapan.

2. Pembuatan serbuk daun kelor

Sejumlah daun kelor segar dari masing-masing daerah dibersihkan terlebih dahulu dengan air mengalir lalu dikeringkan di oven dengan suhu 50°C selama 48 jam sehingga dapat diremas. Simplisia kering yang didapatkan lalu diblender untuk menghasilkan serbuk.

3. Pembuatan ekstrak daun kelor

Metode maserasi yang digunakan sesuai dengan penelitian Murdiana ([Murdiana et al., 2018](#)) dengan sedikit modifikasi. Sebanyak 300 gram serbuk daun kelor direndam dengan etanol 96% sebanyak 2,1 liter dalam wadah kaca tertutup selama 24 jam kemudian disaring dengan kertas whatman No.1 dan dilakukan remaserasi 2x dengan pelarut masing-masing 1,5 liter dan 1 liter etanol 96%. Filtrat yang didapat diuapkan hingga kental di *waterbath*, ditimbang, dan dihitung rendemennya.

4. Pengujian organoleptis

Pengujian organoleptis meliputi warna, bau, dan rasa dari ekstrak daun kelor.

5. Pengujian kadar Fe

a. Preparasi larutan standar

Larutan standar Fe (1000 ppm) diambil sebanyak 500 μ L dengan mikropipet lalu dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL kemudian ditambahkan aquadest hingga tanda sehingga menghasilkan larutan induk Fe 50 ppm. Dari larutan induk tersebut, dibuat larutan standar hingga diperoleh seri konsentrasi 0,1 ppm, 0,2 ppm, 0,5 ppm, 0,8 ppm, 1 ppm, 1,5 ppm, 2 ppm, 4 ppm, 6 ppm, dan 8 ppm. Larutan kemudian dibaca dengan spektrofotometri serapan atom pada panjang gelombang 248 nm.

b. Preparasi sampel

Sebanyak 1,0 gram daun atau ekstrak ditimbang di dalam Erlenmeyer 250 mL kemudian ditambahkan 15 mL asam nitrat p.a dan 5 mL asam perklorat p.a. Destruksi larutan tersebut di atas *hot plate* pada suhu 120°C hingga warna larutan menjadi jernih kemudian dilanjutkan pemanasan hingga mendekati kering. Sebanyak 10 mL aquadest ditambahkan ke dalam Erlenmeyer tersebut kemudian saring di labu takar 25 mL. Aquadest ditambahkan ke dalam labu takar hingga tanda. Larutan kemudian dibaca dengan spektrofotometri serapan atom pada panjang gelombang 248 nm.

6. Pembuatan dan pengujian granul ekstrak daun kelor

a. Pembuatan granul ekstrak daun kelor

Granul ekstrak daun kelor dari kadar Fe terbanyak dibuat granul dengan formula sebagai berikut:

R/ Ekstrak daun kelor	45g
Laktosa	132g
Aspartame	1%
Mg Stearat	1%

Semua bahan diaduk menggunakan tangan menjadi adonan yang kalis, kemudian diayak dengan ayakan No. 12 dan dikeringkan selama 24 jam pada suhu 50°C. Setelah granul kering kemudian dilakukan uji karakteristik fisik granul.

b. Evaluasi fisik granul ekstrak daun kelor

Evaluasi fisik granul memastikan massa granul dapat masuk ke dalam kapsul dengan mudah dan memprediksi tidak akan berjamur saat penyimpanan.

1) Uji kandungan air

Rata-rata kadar air granul yang sudah jadi diukur menggunakan alat uji *moisture balance* dengan replikasi 3x.

2) Uji waktu alir granul

Sifat alir memberikan informasi mendasar tentang karakteristik granul ([Parikh, 2005](#)). Prosedur kerja untuk memperoleh granul dengan kualitas yang baik yaitu sebanyak 100 g granul dimasukkan ke dalam corong yang tertutup bagian bawahnya. Penutup dibuka dan alat pencatat waktu dihidupkan hingga semua granul keluar dari corong dan membentuk timbunan di atas kertas grafik, kemudian alat pencatat waktu dimatikan. Aliran granul yang baik adalah jika

waktu yang diperlukan untuk mengalirkan 100 gram tidak lebih dari 10 detik (Voigt, 1994).

3) Uji sudut istirahat

Sudut istirahat merupakan cara sederhana untuk memperkirakan sifat alir serbuk. Cara dengan menimbang 100 g serbuk dan dibiarkan mengalir melalui corong dan jatuh secara bebas pada suatu permukaan. Tinggi dan diameter kone yang terbentuk diukur sehingga didapatkan sudut istirahat.

$$\tan \alpha = \frac{h}{r}$$

Keterangan h = tinggi dari kone serbuk
r = jari jari dari kone

4) Uji indeks kompresibilitas

Ada beberapa variasi metode dalam penentuan indeks kompresibilitas dan rasio Hauser. Prosedur dasar adalah mengukur volume yang tidak dimampatkan (V_{awal}) dan volume termampatkan (V_{akhir}) menggunakan alat pengujian bobot jenis mampat (*topped*) hingga didapat volume mampat konstan. Sejumlah granul dimasukkan ke dalam gelas ukur sampai volume 100 mL, gelas ukur dipasang pada alat uji *tap density* kemudian dinyalakan rotornya.

$$\text{Indeks komprebilitas} = 100 \times \frac{(V_{awal} - V_{akhir})}{V_{awal}}$$

$$\text{Rasio Hausner} = \frac{V_{awal}}{V_{akhir}}$$

7. Pengujian kapsul ekstrak daun kelor

Pengujian fisik kapsul memastikan bahwa kapsul mempunyai bobot yang sama sehingga mengandung zat aktif seperti yang diformulasikan dan memilki kecepatan hancur sesuai.

a. Uji keseragaman bobot

Sebanyak 20 kapsul ditimbang satu persatu tidak lebih dari 2 kapsul yang masing-masing bobot isinya menyimpang dari bobot isi rata-rata lebih besar dari 10% dan tidak satu kapsul pun yang bobot isinya menyimpang dari bobot isi rata-rata lebih besar dari 25% (BPOM RI, 2014).

b. Uji waktu hancur kapsul ekstrak daun kelor

Uji waktu hancur dilakukan dengan alat *disintegration tester* (Erweka) dengan media air suling suhu $37^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Alat ini dihentikan setelah seluruh kapsul pada masing-masing tabung hancur sempurna dan diamati waktu disintegrasinya. Waktu hancur kapsul obat tradisional tidak lebih dari 30 menit.

Analisis Data

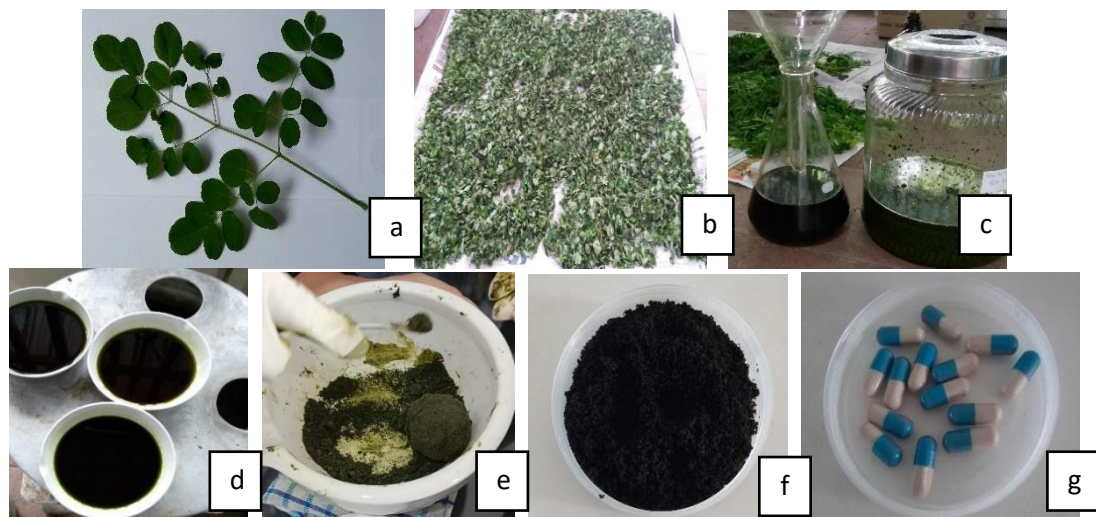
Metode analisa uji fisik granul dan kapsul dilakukan dengan membandingkan hasil yang didapat dengan Farmakope Indonesia, Peraturan BPOM, *The United State Pharmacopeia* (USP), *The National Formulary* (NF) dan literatur pendukung lainnya.

Tabel I. Parameter Sifat Alir Granul

Sifat Alir	Sudut Istirahat	Indeks kompresibilitas (%)	Rasio Hausner
Bagus Sekali	25-30	<10	1,00-1,11
Baik	31-35	11-15	1,12-1,18
Cukup - tidak perlu penambah	36-40	16-20	1,19-1,25
Lewat – mungkin menggantung	41-45	21-25	1,26-1,34
Buruk – harus diagitasi, vibrasi	46-55	26-31	1,35-1,45
Sangat buruk	56-65	32-37	1,46-1,59
Sangat sangat buruk	>65	>38	>1,60

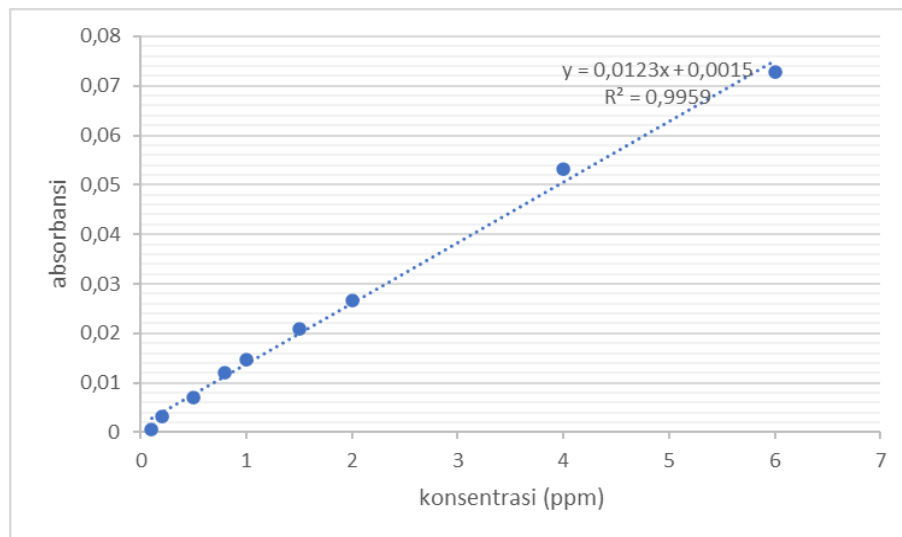
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini diawali dengan pengumpulan daun kelor yang berasal dari Kabupaten Bantul dan Kulonprogo pada waktu sore untuk menghindari penguapan yang berlebih saat daun akan dikeringkan. Daun segar setelah dipetik dapat terlihat pada [Gambar 1a](#). Daun segar dipipil dan dilakukan pengeringan pada suhu 50°C selama kurang lebih 48 jam dalam oven. Gambar daun kelor kering terlihat pada [Gambar 1b](#). Daun kelor dari Kabupaten Bantul dan Kulonprogo masing-masing dimaserasi menggunakan etanol 90% yang terlihat pada [Gambar 1c](#) dan dilakukan remaserasi 2x kemudian diuapkan sehingga menjadi ekstrak kental. Rendemen yang didapatkan untuk masing masing ekstrak dari Kulonprogo 15,4% dan Bantul 12,3%. Ekstrak kental yang didapat dibuat granul dengan mengacu pada kebiasaan masyarakat mengonsumsi daun kelor segar 2 gram/hari. Sehingga untuk pembuatan 1 kapsul ekstrak kelor dari Kulonprogo dibutuhkan 0,30 g ekstrak kelor untuk dijadikan kapsul dengan bobot masing masing 1000 mg sejumlah 50 kapsul ([Gambar 1g](#)). Pembuatan granul dan hasil granul ekstrak kelor dengan penambahan bahan pengisi laktosa, bahan pemanis aspartame, dan bahan pelincir Mg stearate terlihat pada [Gambar 1e](#) dan [Gambar 1f](#). Dipilih sediaan kapsul karena mudah dikonsumsi, takaran tepat, variabilitas rendah, memiliki keseragaman yang baik, dan praktis dalam penyimpanan dan mobilitas ([Fadhilah & Saryanti, 2019](#)).

**Gambar 1. Proses pembuatan kapsul ekstrak daun kelor**

Perbandingan pengukuran kadar Fe pada daun dan ekstrak daun kelor diambil dari Kabupaten Bantul dan Kulonprogo karena kandungan tanah dan pH tanah akan memengaruhi kandungan zat besi pada daun di setiap daerah tumbuh ([Gelyaman, 2018](#)). Penetapan kadar Fe menggunakan metode SSA karena pengerjaannya lebih sederhana serta oksidasi yang terjadi berlangsung secara kontinu dan cepat. Metode destruksi basah dilakukan menggunakan bantuan panas, karena panas mempercepat oksidasi ([Rahmawati et al., 2015](#)). Penetapan seri

konsentrasi standar menggunakan 9 titik yaitu 0,1 ppm, 0,2 ppm, 0,5 ppm, 0,8 ppm, 1 ppm, 1,5 ppm, 2 ppm, 4 ppm, dan 6 ppm, menghasilkan persamaan kurva baku $y=0,0121x+0,0015$ dengan nilai r^2 adalah 0,9959. Grafik regresi linier secara jelas terlihat pada [Gambar 2](#).



Gambar 2. Grafik regresi linier standar Fe

Standar yang dibuat sangat linier sehingga berpotensi mendapatkan hasil yang akurat. Hasil pengujian kadar Fe diketahui bahwa daun kelor kering yang berasal dari Kulonprogo memiliki nilai tertinggi yaitu 244,43mg/kg dan ekstrak daun kelor memiliki nilai tertinggi berasal dari Kulonprogo yaitu 33,38 mg/kg, tetapi dalam penelitian ini yang dibuat kapsul adalah ekstrak daun kelor yang berasal dari Kulonprogo karena menurut Peraturan BPOM No. 14 menyatakan persyaratan kapsul obat tradisional hanya dapat berisi ekstrak ([BPOM RI, 2014](#)). Hasil pengujian kadar Fe secara keseluruhan terlihat pada [Tabel II](#).

Tabel II. Hasil Pengujian Kadar Fe

No	Bentuk	Asal daerah	Kadar Fe mg/kg
1	Daun kelor basah	Bantul	27,40
3	Daun kelor basah	Kulonprogo	35,10
2	Daun kelor kering	Bantul	92,21
3	Daun kelor kering	Kulonprogo	244,43
4	Ekstrak daun kelor	Bantul	13,17
5	Ekstrak daun kelor	Kulonprogo	33,38

Pembuatan kapsul ekstrak daun kelor diawali dengan pembuatan granul ekstrak daun kelor dengan metode granulasi basah. Dipilih metode granulasi basah karena kebanyakan herbal akan rusak kandungan fitokimianya dengan pemanasan sedangkan granul basah yang didapat dikeringkan dengan suhu tidak lebih dari 50°C dalam oven, hal ini dilakukan untuk menghasilkan granul ekstrak kelor yang kering sehingga siap diuji dan dengan mudah dimasukkan ke dalam kapsul. Uji organoleptis dilakukan diawal sebelum pengujian granul lainnya. Hasil uji organoleptis granul ekstrak daun kelor berwarna hijau kehitaman seperti terlihat pada [Gambar 1f](#), berbau menyengat dan berasa pahit. Kandungan air (*Moistur Content* = MC) granul ekstrak daun kelor memenuhi persyaratan yang ditetapkan. Nilai kandungan air sesuai persyaratan mengindikasikan bahwa granul mempunyai karakteristik kering sehingga menurunkan potensi ditumbuhi kapang dan jamur. Sudut istirahat menunjukkan karakteristik sifat alir granul secara tidak langsung, hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa granul mempunyai sifat alir yang bagus sekali. Waktu alir yang diperoleh bagus sekali, hal ini sesuai

dengan sudut istirahat yang diperoleh. Indeks kompresibilitas dan rasio Hausner juga menunjukkan hasil sangat bagus. Berdasarkan hasil uji fisik granul menunjukkan semua parameter bagus sekali sehingga akan memudahkan masuknya granul dalam cangkang yang berakibat keseragaman bobot tercapai dan distribusi zat aktif merata. Secara rinci uji karakteristik granul terlihat pada [Tabel III](#).

Tabel III. Karakteristik Fisik Granul Ekstrak Daun Kelor

Evaluasi Kimia Fisika	Hasil	Referensi ^a
Kandungan air (%)	1,23* $\pm$ 0,001	< 2,00%
Sudut istirahat (°)	25,9* $\pm$ 1,89	25° - 45°
Waktu Alir (detik)	6,27* $\pm$ 0,25	< 10 detik
Indeks kompresibilitas (%)	7* $\pm$ 0,01	< 20%
Rasio Hausner	1,07 $\pm$ 0,01	1,00-1,60

*memenuhi persyaratan

^a(The United States Pharmacopeia. USP 43/The National Formulary. NF 38., 2020)

Bioavailabilitas obat oral sangat dipengaruhi oleh kelarutan dan permeabilitas ([Hasanah & Rusdiana, 2018](#)). Kapsul akan memberikan efek terapi yang cepat jika terdisintegrasi dan terdisolusi dengan cepat kemudian terabsorpsi dalam saluran cerna sesuai tujuan desain sediaan. Uji waktu hancur kapsul menunjukkan rata-rata 10,38 detik. Parameter hasil uji waktu hancur untuk obat tradisional tidak lebih dari 30 menit ([BPOM RI, 2014](#)), sedangkan menurut persyaratan uji waktu hancur kapsul menurut Farmakope Indonesia edisi III tidak boleh melebihi 15 menit. Berdasarkan kedua literatur tersebut, kapsul memenuhi persyaratan ([Departemen Kesehatan RI, 1978](#)).

Keseragaman bobot kapsul memenuhi persyaratan yang ditetapkan untuk mutu obat tradisional berupa kapsul ([BPOM RI, 2014](#)). Nilai *Coefficient variation* (CV) yang diperoleh dalam pengujian kapsul ekstrak kelor sebesar 0,64. Menurut Farmakope Indonesia edisi V, CV kapsul idealnya kurang dari 5% ([Departemen Kesehatan RI, 2014](#)). Semakin kecil nilai CV, maka nilai keseragaman bobot semakin baik dan jika nilai keseragaman bobot kapsul baik berarti serbuk tercampur dengan homogen dan memiliki jumlah zat aktif yang seragam disetiap kapsulnya ([Farida et al., 2019](#)). Hasil uji karakteristik fisik kapsul secara jelas terpapar pada [Tabel IV](#).

Tabel IV. Tabel Karakteristik Fisik Kapsul Ekstrak Daun Kelor

Evaluasi Fisik	Hasil	Referensi ^{a,b}
Waktu hancur (menit)	10,38* $\pm$ 0,19	$\leq$ 30 menit
Keseragaman bobot (%)	0,29 $\pm$ 0,001 (CV : 0,64*)	Tidak lebih dari 2 kapsul yang masing masing bobot isinya menyimpang dari bobot isi rata-rata lebih dari $\pm$ 10% dan tidak satupun yang bobot isinya menyimpang dari bobot isi rata-rata lebih besar dari $\pm$ 25% CV <5

*memenuhi persyaratan

^aPerKa BPOM No12 (2014), ^bFarmakope Indonesia ed V

KESIMPULAN

Kadar zat besi tertinggi terdapat dalam daun kelor kering yang berasal dari Kulonprogo (244,42 mg/kg), namun yang dibuat menjadi sediaan kapsul adalah ekstrak etanol daun kelor berasal dari Kulonprogo (33,38 mg/kg). Hasil karakterisasi granul menunjukkan kandungan air sebesar 1,23%, sudut istirahat 25,9°, waktu alir 6,27 detik, indeks kompresibilitas 7%, dan rasio hausner 1,07 sehingga memenuhi persyaratan parameter granul dengan kriteria bagus sekali. Hasil karakteristik fisik kapsul ekstrak daun kelor menunjukkan waktu hancur 10,38 menit dan keseragaman bobot 0,29 % sehingga memenuhi persyaratan parameter kapsul dengan kriteria bagus sekali.

DAFTAR PUSTAKA

- Auerbach, M., 2016. How we diagnose and treat iron deficiency anemia. *American Journal of Hematology*, 91(1), 31–38. <https://doi.org/10.1002/ajh.24201>
- BPOM RI. 2014. Persyaratan Mutu Obat Tradisional. In *Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia* (pp. 1–25). Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia.
- Camaschella, C. 2015. Iron-Deficiency Anemia. *New England Journal of Medicine*, 372(19), 1832–1843. <https://doi.org/10.1056/NEJMRA1401038>
- Cappellini, Musallam, K. ., & Taher, A. 2020. Iron deficiency anaemia revisited. *Journal of Internal Medicine*, 287(2), 153–170. <https://doi.org/10.1111/joim.13004>
- Departemen Kesehatan RI. 2014. *Farmakope Indonesia edisi V* (p. 2014). Departemen Kesehatan RI.
- Dhakad, A. K., Ikram, M., Sharma, S., Khan, S., Pandey, V. V., & Singh, A. 2019. Biological, nutritional, and therapeutic significance of Moringa oleifera Lam. *Phytotherapy Research*, 33(11), 2870–2903. <https://doi.org/10.1002/ptr.6475>
- Fadhilah, I. N., & Saryanti, D. 2019. Formulasi Dan Uji Stabilitas Fisik Sediaan Tablet Ekstrak Buah Pare (*Momordica charantia* L.) Secara Granulasi Basah. *Smart Medical Journal*, 2(1), 25. <https://doi.org/10.13057/smj.v2i1.29676>
- Fan, F. S. 2016. Iron deficiency anemia due to excessive green tea drinking. *Clinical Case Reports*, 4(11), 1053. <https://doi.org/10.1002/CCR3.707>
- Farida, S., Mana, T. A., & Dewi, T. F. 2019. Quality Profiling of Capsule Preparation for Physical Improvement Herbs in Saintifikasi Jamu. *Jurnal Tumbuhan Obat Indonesia*, 12(1), 25–32.
- Farooq, B., Koul, B., Mahant, D., & Yadav, D. 2021. Phytochemical Analyses, Antioxidant and Anticancer Activities of Ethanolic Leaf Extracts of Moringa oleifera Lam. Varieties. *Plants (Basel, Switzerland)*, 10(11). <https://doi.org/10.3390/plants10112348>
- Froessler, B., Gajic, T., Dekker, G., & Hodyl, N. A. 2018. Treatment of Iron Deficiency and Iron Deficiency Anemia with Intravenous ferric Carboxymaltose in Pregnancy. *Archives of Gynaecology and Obstetrics*, 298, 75–82. <https://doi.org/10.1007/s00404-018-4782-9>
- Gelyaman, G. D. 2018. Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Bioavailabilitas Besi bagi Tumbuhan. *Jurnal Saintek Lahan Kering*, 1(1), 17–19. <https://doi.org/10.32938/slk.v1i1.439>
- George, T. T., Oyenih, A. B., Rautenbach, F., & Obilana, A. O. 2021. Characterization of Moringa oleifera Leaf Powder Extract Encapsulated in Maltodextrin and/or Gum Arabic Coatings. *Foods (Basel, Switzerland)*, 10(12), 3044. <https://doi.org/10.3390/foods10123044>
- Hasanah, A. N., & Rusdiana, T. 2018. Metode Penambahan Surfaktan Sebagai Substrat Pg-P Untuk Meningkatkan Kelarutan Obat Lipofilik : Article Review Amira. *Farmaka*, 16(2), 42–50.
- Ikhsani, I. Y., Dida, E. N., & Cahyarini, S. Y. 2017. Evaluation of the Use of Faas for Sr / Ca Concentration Analysis. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 9(1), 247–254.
- Koch, T. A., Myers, J., & Goodnough, L. T. 2015. Intervenuous Iron Therapy in Patient with Iron Deficiency Anemia : Dosing Considerations. *Hindawi*.

- Kurniati, I. (2020). Anemia Defisiensi Zat Besi (Fe). *Jurnal Kedokteran Universitas Lampung*, 4(1), 18–33.
- Mansour, D., Hofmann, A., & Gemzell-Danielsson, K. 2021. A Review of Clinical Guidelines on the Management of Iron Deficiency and Iron-Deficiency Anemia in Women with Heavy Menstrual Bleeding. *Advances in Therapy*, 38(1), 201–225. <https://doi.org/10.1007/s12325-020-01564-y>
- Murdiana, H. E., Revika, E., Rahmawati, D., Puspitasari, T. R., Putri, A. D., & Murti, B. T. 2018. Moringa oleifera lam.-based effervescent tablets: Design, formulation and physicochemical evaluation. *International Journal of Drug Delivery Technology*, 8(4).
- Paikra, B. K., Dhongade, H. K. J., & Gidwani, B. 2017. Phytochemistry and pharmacology of Moringa oleifera Lam. *Journal of Pharmacopuncture*, 20(3), 194–200. <https://doi.org/10.3831/KPI.2017.20.022>
- Parikh, D. M. 2005. Handbook of pharmaceutical granulation technology. *Handbook of Pharmaceutical Granulation Technology, Second Edition*, 1–625. <https://doi.org/10.1201/9780849354953>
- Powers, J. M., Daniel, C. L., Cavit, T. L. M., & Buchanan, G. R. 2016. Deficiencies in Management of Iron Deficiency Anemia during Childhood. *Pediatr Blood Cancer*, 63(4), 743–745. <https://doi.org/10.1002/pbc.25861>. Deficiencies
- Rahmawati, E., Dewi, D. C., Fasya, A. G., & Fauziyah, B. 2015. Analysis of Metal Copper Concentration at Candy using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). *Alchemy*, 4(1), 39–43. <https://doi.org/10.18860/al.v4i1.3142>
- Suzana, D., Suyatna, F. D., Azizahwati, Andrajati, R., Sari, S. P., & Mun'im, A. 2017. Effect of moringa oleifera leaves extract against hematology and blood biochemical value of patients with iron deficiency anemia. *Journal of Young Pharmacists*, 9(1), S79–S84. <https://doi.org/10.5530/jyp.2017.1s.20>
- The United States Pharmacopeia. USP 43/The National Formulary. NF 38*. 2020. U.S. Pharmacopeial Convention, Inc.
- Voigt, R. 1994. *Buku Pelajaran Teknologi Farmasi* (terjemahan oleh Soendani N S (Ed.)). UGM Press.
- Warner, atthew J., & Kamran, M. T. 2021. Iron Deficiency Anemia. In *Pediatric Clinical Advisor*. StatPearls Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-032303506-4.10019-7>