

## **Pengaruh Konsentrasi *Colloidal Silicon Dioxide* Terhadap Kadar Total Flavonoid dan Karakteristik Fisik Dari Ekstrak Kering Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.)**

**Imam Prabowo<sup>1,2\*</sup>, Tiara Regina Alexandra<sup>1</sup>, Andiri Niza Syarifa<sup>1</sup>, Ade Abiyyatun Mahdiyyah<sup>1,3</sup>, Aulia Farkhani<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Sarjana Farmasi, Fakultas Kedokteran, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta

<sup>2</sup>Departemen Farmasetika, Program Studi Sarjana Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret Surakarta

<sup>3</sup>Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Politeknik Negeri Lampung

\*Email korespondensi: [imam.prabowo@staff.uns.ac.id](mailto:imam.prabowo@staff.uns.ac.id)

Doi: 10.30867/jifs.v6i1.1049

### **ABSTRAK**

Daun kelor dipilih pada penelitian ini karena kandungan flavonoidnya, terutama kuersetin, yang dikenal sebagai antioksidan yang kuat dan memiliki berbagai manfaat bagi kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh berbagai tingkat konsentrasi eksipien pengeringan, khususnya *colloidal silicon dioxide* (CSD), terhadap kandungan flavonoid total ekstrak daun *Moringa oleifera* L. Metode ekstraksi yang digunakan adalah Heat Assisted Extraction (HAE) dengan etanol 96%. Ekstrak daun kelor kemudian dikeringkan dengan menggunakan CSD dengan berbagai konsentrasi (1:1, 1:2, dan 2:1). Parameter yang diuji meliputi kadar flavonoid total, *loss on drying* (LOD), kompresibilitas, dan sudut diam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi konsentrasi CSD secara signifikan mempengaruhi karakteristik fisik dan kimia bubuk daun kelor. Perbandingan CSD 2:1 menghasilkan kandungan flavonoid total tertinggi yaitu 421,52 mgQE/g, sedangkan LOD terendah juga ditemukan pada perbandingan 2:1. Penggunaan CSD sebagai eksipien pengeringan meningkatkan stabilitas serbuk, dengan kemampuan alir dan kompresibilitas yang baik, meskipun kadar air tetap relatif tinggi. Penelitian ini memberikan wawasan baru dalam formulasi bubuk daun kelor untuk aplikasi farmasi dan fitokimia yang lebih stabil dan efisien.

**Kata kunci:** *colloidal silicone dioxide*, Daun kelor, Ekstrak Kering, Kandungan Total Flavonoid

### **ABSTRACT**

*Moringa leaves were selected in this research due to their flavonoid content, especially quercetin, which is well known for this plant's potent antioxidant properties and various health benefits. This study's objection is to analyze the effect of various kinds of concentration levels of drying excipient, particularly colloidal silicon dioxide (CSD), on the total flavonoid content of dried leaf extract from Moringa oleifera L. The extraction method used was Heat Assisted Extraction (HAE) with 96% ethanol. The concentrated Moringa leaf extract was then dried using CSD in various concentrations (1:1, 1:2, and 2:1). The parameters tested include total flavonoid content, loss on drying (LOD), compressibility, and angle of repose. The results showed that varying CSD concentrations significantly impacted the physical and chemical characteristics of Moringa leaf powder. The 2:1 CSD ratio yielded the highest total flavonoid content at 421.52 mgQE/g, while the highest LOD was also found in the 2:1 ratio. The use of CSD as a drying excipient enhanced the stability of the powder, with good flowability and compressibility, although moisture content remained relatively high. This study offers new insights into the formulation of Moringa leaf powder for more stable and efficient pharmaceutical and phytochemical applications.*

**Keywords:** *Colloidal silicon dioxide, Moringa leaves, Dry Extract, Total Flavonoid Content*

## **PENDAHULUAN**

Daun kelor (*Moringa oleifera* L.) termasuk bagian tanaman obat yang diketahui mempunyai berbagai khasiat farmakologis sebagai antioksidan, antidiabetes, dan masih banyak efek farmakologis lain dengan organoleptis yang dapat dilihat pada Gambar 1 (Dewi et al., 2023). Daun kelor memiliki beberapa zat kimia salah satunya yaitu kuersetin yang merupakan senyawa flavonoid dari golongan flavonol yang berfungsi sebagai antioksidan (Aulianshah et al., 2024).



**Gambar 1.** Morfologi Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.)

Sumber : (Isnain & M, 2017)

Walaupun kandungan flavonoid yang berfungsi sebagai antioksidan memiliki banyak manfaat nyata, daun kelor adalah herba yang memiliki rasa yang kurang enak atau pahit, yang dapat mengurangi penerimaan dari penggunaan herba ini sehingga akan berpengaruh terhadap kepatuhan pasien dalam penggunaan obat dari herba ini. Herba ini akan dikonsumsi dalam bentuk sediaan obat. Banyak individu cenderung memilih formulasi yang dianggap lebih aman dan nyaman digunakan. Salah satunya adalah sediaan tablet yang mudah digunakan dan minim penolakan (Ludin et al, 2023). Salah satu kesulitan dalam formulasi tablet terutama dalam menggunakan teknik kempa langsung adalah sifat alir dari bahan-bahan yang digunakan (Asif et al, 2016). Daun kelor biasanya tersedia dalam bentuk ekstrak kental. Ekstrak kental memiliki kekurangan, seperti penyimpanan yang kurang praktis, kesulitan dalam penggunaan, ketidakstabilan, dan sifat alir yang buruk (Kasmayani et al., 2020). Ketidakstabilan ekstrak daun kelor akan berakibat pada menurunnya konsentrasi senyawa golongan flavonoid yang terkandung dalam ekstrak (Shahi et al, 2026). Sementara sifat alir yang buruk akan mempersulit pembuatan formulasi tablet khususnya yang menggunakan teknik kempa langsung (Asif et al, 2016).

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Rifkia dan Prabowo (2020) melakukan ekstraksi daun kelor sampai pada tahap ekstrak kental menghasilkan jumlah rendemen 27,89% dan kadar flavonoid total tertinggi 2,71%. Kadar total flavonoid pada ekstrak kental mengalami proses oksidasi sehingga kadarnya hanya 2,71%. Pembuatan serbuk dari ekstrak daun kelor menjadi solusi yang inovatif untuk mengatasi kadar total flavonoid yang kecil dan laju alir yang buruk. Bentuk serbuk juga menjadi alternatif untuk meminimalisir kerusakan atau terkontaminasi bakteri sehingga membuat usia penyimpanan lebih lama, stabil, dan diperoleh produk dengan sifat fisikokimia yang baik salah satunya sifat alir yang baik (Yang et al., 2023). Serbuk daun kelor dihasilkan dari ekstrak kental daun kelor yang dikeringkan menggunakan eksipien pengering seperti *colloidal silicon dioxide* (CSD). Penentuan eksipien pengering didasari oleh fenomena antarmuka yang tercipta. Berdasarkan sifatnya eksipien pengering terbagi menjadi dua yaitu bersifat menolak air (*repellent*) dan bersifat adsorpsi terhadap air. *Colloidal silicon dioxide* (CSD) memiliki kandungan silikon yang dapat bekerja sebagai *water adsorption* agar kadar air dalam sistem (ekstrak) tetap konstan (Nadiye-Tabbiruka, 2017). CSD bersifat higroskopis dan memiliki kemampuan menyerap air yang sangat tinggi, yakni hingga 50% dari total kandungan air dalam bahan yang dikeringkan, tanpa mengurangi sifat alirnya agar tetap baik (Blanco et al., 2021). Rasio perbandingan antara pengering dan ekstrak kental yang tepat menjadi kunci kestabilan dan karakteristik fisik dari serbuk kering daun kelor. Oleh karena itu, Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan CSD terhadap kadar total flavonoid dan karakteristik fisik dari ekstrak kering daun kelor yang dihasilkan pada berbagai perbandingan. Dari seluruh studi literatur, penelitian ini diharapkan diperoleh ekstrak kering daun kelor yang memiliki kandungan total flavonoid dan karakteristik fisik yang baik sehingga dapat dimanfaatkan dalam pembuatan sediaan obat herbal yang berkualitas.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan berbagai bahan, antara lain daun kelor (*Moringa oleifera* L.) berasal dari kebun raya Sekolah Tinggi Teknologi Industri Farmasi (STTIF) dan sudah dilakukan uji determinasi oleh STTIF, Bogor. Bahan tambahan yang digunakan antara lain *colloidal silicone dioxide* (CSD) (Evonik, Jepang), kuersetin p.a (Tokyo Chemical Industry Co, Jepang), etanol 96% (Bratachem, Indonesia),  $AlCl_3$  p.a (Merck, Jerman), dan asam asetat p.a (Merck, Jerman). Peralatan yang digunakan untuk pembuatan serbuk daun kelor terdiri dari unit *Heat Assisted Extraction*, rotary evaporator (Heidolph, Jerman), timbangan digital (Fujitsu, Jepang), corong kaca, gelas beker, tabung reaksi, tabung reaksi, labu ukur, blender (Philips, Belanda), hotplate, pengaduk magnetik, dan spektrofotometer UV-Vis (B-ONE, India). Untuk uji evaluasi serbuk, digunakan alat analisis kerapatan keran (Labulk, China) dan alat analisis kelembaban (Omnimark, Amerika Serikat).

### **Preparasi Simplisia**

Daun kelor dengan warna hijau tua adalah sampel simplisia yang digunakan dalam penelitian ini, tidak terdapat cacat pada daun dan hanya diambil pada satu kebun yaitu kebun raya yang dimiliki oleh Sekolah Tinggi Teknologi Industri Farmasi (STTIF) Bogor. Tahap pembuatan serbuk simplisia daun kelor yang pertama adalah sejumlah 10 kg sampel dibersihkan memakai air mengalir. Kemudian dilakukan sortasi basah dengan mencuci simplisia menggunakan air mengalir untuk menghilangkan kotoran pada daun kelor, lalu dikeringkan simplisia daun kelor menggunakan dehydrator dengan suhu 60°C. Dehydrator dilengkapi dengan kontrol kelembaban yang mengoptimalkan proses pengeringan dan memiliki distribusi panas yang merata. Selanjutnya dilakukan sortasi kering untuk pemisahan pengotor dari simplisia pada waktu proses pengeringan. Daun kelor yang sudah kering dijadikan serbuk simplisia dengan cara diblender hingga halus, selanjutnya dilakukan pengayakan dengan mesh 100 untuk menyeragamkan ukuran partikel sebelum dilakukan ekstraksi. Kemudian hasil serbuk simplisia kering tersebut ditimbang.

### **Ekstraksi dengan Metode *Heat Assisted Extraction***

Ekstraksi daun kelor dilakukan menggunakan metode ekstraksi Heat Assisted Extraction. Daun kelor yang sudah diblender dan diayak hingga menghasilkan ukuran yang kecil dan seragam, ditimbang sebanyak 20 gram untuk tiap kali dilakukan proses ekstraksi, dicampurkan kedalam pereaksi etanol 96% sebanyak 200ml setelah suhu etanol mencapai 60°C selama 30 menit. Bahan dan pelarut menggunakan perbandingan 1:10. Perolehan ekstrak disaring sehingga dihasilkan filtrat, selanjutnya dilakukan proses pemekatan dengan alat *rotary evaporator* pada suhu 84°C dan putaran 200 rpm.

### **Rendemen Ekstrak**

Rendemen adalah salah satu parameter penjamin mutu ekstrak yang didapatkan dari perbandingan antara ekstrak yang diperoleh dengan simplisia awal. Rendemen ekstrak daun kelor ditetapkan dengan cara membandingkan bobot awal simplisia terhadap bobot akhir yang diperoleh (Wijaya et al., 2018) .

% rendemen =  $\frac{(\text{Bobot ekstrak yang dihasilkan})}{(\text{Bobot awal serbuk simplisia})} \times 100\%$  (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2022).

Semakin tinggi hasil nilai rendemen maka semakin besar jumlah ekstrak yang dihasilkan. Hasil rendemen ekstrak ditentukan oleh berbagai faktor, termasuk metode ekstraksi yang digunakan (Wijaya et al., 2018).

### Prosedur Pengeringan Ekstrak

Prosedur pengeringan ekstrak kental daun kelor menggunakan prinsip triturasi yang akan dijelaskan sebagai berikut: hasil ekstraksi berupa ekstrak kental dimasukkan ke dalam lumpang yang telah dipanaskan (dengan air panas mendidih 100°C kemudian setelah permukaan luar lumpang mencapai suhu 60°C maka air panas dibuang dan lumpang dikeringkan) kemudian ditambahkan masing-masing eksipien lalu digerus sampai terbentuk massa yang homogen. Proses ini dilakukan replikasi sebanyak 3 replikasi. Perbandingan CSD dengan ekstrak kental tercantum pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Perbandingan CSD Dengan Ekstrak Kental

No.	Perbandingan CSSD dengan Ekstrak Kental	CSD	Ekstrak Kental
1.	1:1	10 g	10 g
2.	1:2	10 g	20 g
3.	2:1	20 g	10 g

### Uji Evaluasi Ekstrak Kering

#### Uji Organoleptik

Uji organoleptik adalah metode penilaian yang melibatkan penggunaan indera manusia bertujuan untuk memastikan kestabilan ekstrak dengan mengamati fisik ekstrak yang terdiri dari bau, bentuk fisik, dan warna pada suhu penyimpanan 15- 25 °C (Yusuf et al., 2017).

#### Uji Loss on drying (LOD)

Sampel serbuk sejumlah lima gram dimasukkan kedalam moisture analyzer, dilakukan pengaturan suhu hingga 105 °C disesuaikan dengan titik didih air. Alat akan membaca kadar air secara otomatis. Moisture analyzer akan berbunyi yang menandakan berakhirnya pengujian. Nilai *loss on drying* serbuk yang baik menurut persyaratan adalah  $\leq 3\%$  (Kashaninejad, Blanco, Benito-Roman, Beltran, Nikham dan Sanz, 2021).

#### Uji Kompresibilitas

Uji kompresibilitas dilakukan dengan metode serbuk sampel ditimbang sebanyak 100 g, kemudian dimasukan kedalam gelas ukur dengan volume 100 ml serta dicatat volumenya sesuai dengan skala pengamatan di dalam gelas ukur tersebut (V<sub>0</sub>) (Prabowo et al., 2021). Kemudian kompresibilitas dilakukan menggunakan alat *Tapped Density Meter*. Nilai indeks kompresibilitas dibawah 15% biasanya memberikan sifat alir yang baik sehingga akan membantu proses pembuatan sediaan farmasi (Murdiana et al., 2022). Masing-masing sampel dilakukan tiga replikasi. Tabel 2 di bawah ini merupakan klasifikasi indeks kompresibilitas berdasarkan (British Pharmacopoeia Volume IV, 2007).

**Tabel 2.** Klasifikasi Indeks Kompresibilitas (British Pharmacopoeia Volume IV, 2007)

No	Indeks Kompresibilitas	Deskripsi
1	5-15	Sangat Bagus
2	12-16	Bagus
3	18-21	Agak Bagus
4	23-25	Kurang Bagus
5	33-38	Tidak Bagus
6	>40	Sangat Tidak bagus

### Uji Sudut Diam

Pengujian ini dilakukan dengan mengukur tinggi kumpulan serbuk yang telah dialirkan (h) dan jari-jari kumpulan serbuk (r) dari alas tumpukan menggunakan jangka sorong kemudian sudut diamnya dihitung. Perhitungan sudut diam menggunakan persamaan  $\tan \alpha = h/r$  dengan  $\alpha$  merupakan sudut diam, h merupakan tinggi kumpulan serbuk yang telah dialirkan dan r adalah jari-jari kumpulan serbuk. Sudut diam yang dinyatakan baik dan menghasilkan laju alir yang memuaskan yaitu antara 25- 40° (Shrikrushna et al., 2023). Uji ini dilakukan pada masing-masing sampel sebanyak tiga replikasi (Prabowo et al., 2021).. Tabel 3 di bawah ini merupakan klasifikasi sudut diam.

**Tabel 3.** Klasifikasi Sudut Diam (British Pharmacopoeia Volume IV, 2007)

No	Sudut Diam	Deskripsi
1	25-30	Sangat Baik
2	31-35	Baik
3	36-40	Cukup baik
4	41-45	Cukup Buruk
5	46-55	Buruk

### Kadar Total Flavonoid

#### a. Pembuatan larutan baku positif kuersetin

Baku positif kuersetin ditimbang sebanyak 25 mg dan dimasukkan pada labu ukur 25,0 mL kemudian ditambahkan pelarut etanol 96% hingga tanda batas untuk 1000 ppm (larutan induk). Dipipet 5 mL larutan induk kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL lalu tepatkan dengan pelarut etanol 96% untuk konsentrasi 100 ppm. (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2022)

#### b. Pengukuran panjang gelombang maksimum standar kuersetin

1,0 mL larutan induk kuersetin 100 ppm, ditambahkan dengan 1,0 mL  $\text{AlCl}_3$  10% dan 8,0 mL asam asetat 5%. Selanjutnya, absorbansi diukur menggunakan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 300-500 nm. (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2022)

c. Pengukuran kurva baku kuersetin

Pembuatan larutan seri dilakukan dengan menggunakan kuersetin sebagai baku standar. Seri kadar dibuat sebesar 20, 40, 60, 80, dan 100 ppm. Sebanyak 1 mL dari masing-masing larutan seri dimasukkan 1 mL  $\text{AlCl}_3$  10% dan 8 mL asam asetat 5%. Didiamkan dalam waktu 15 menit, kemudian dilakukan pembacaan absorbansi larutan seri menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum sebanyak 3 kali replikasi. (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2022)

d. Perhitungan kadar total flavonoid

Sebanyak 100 mg ekstrak dilarutkan dalam 100 mL etanol 96% untuk membuat 1000 ppm. Kemudian ekstrak diambil sebanyak 1 mL, ditambahkan 1 mL  $\text{AlCl}_3$  10% dan 8 mL asam asetat yang didiamkan dalam waktu 15 menit. Absorbansi sampel kemudian diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum dan dilakukan pembacaan absorbansi sebanyak 3 kali replikasi. (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2022)

### **Analisis Data**

Hasil pengujian dan evaluasi pada serbuk ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) pada berbagai konsentrasi CSD (*Colloidal Silicone Dioxide*) berbeda sebagai bahan pengering yang meliputi uji kompresibilitas dan uji sudut diam, signifikansi data diolah dan dianalisis menggunakan uji One Way ANOVA dengan bantuan *software* SPSS. Selanjutnya, pengujian total flavonoid dan *Loss on drying* (LOD) dianalisis dengan uji T. Uji T digunakan untuk mengukur apakah total flavonoid dan LOD sebelum dan sesudah ditambah eksipien (Santoso, et al., 2023).

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Metode Ekstraksi dengan *Heat Assisted Extraction***

Hasil nilai rendemen dari ekstraksi daun kelor menggunakan *Heat Assisted Extraction* dapat dilihat Tabel 4. Pemilihan metode HAE dipertimbangkan dari segi stabilitas kuersetin. Berdasarkan Kumar et al., 2017 kuersetin sangat rentan terhadap degradasi oleh panas. Oleh karena itu, metode HAE yang menggunakan panas dengan terkontrol dapat membantu mencegah kerusakan kuersetin yang sensitif terhadap panas. Metode HAE memungkinkan peningkatan ekstraksi melalui penghantaran kalor melalui peningkatan suhu kemudian kalor ini diubah menjadi energi kinetik partikel di dalam sistem sehingga partikel dalam pelarut akan bergerak cepat dan menumbuk dinding sel sehingga senyawa yang terkandung di dalam sel tumbuhan akan berdifusi keluar dan terdispersi di dalam pelarutnya sesuai dengan kaidah *like dissolves like* (Sinko, 2011; Kamarudin, et al., 2020). Senyawa yang keluar dari dinding sel akan terakumulasi dalam pelarut dan akan meningkatkan jumlah rendemen (Lopez, et al., 2018).

**Tabel 4.** Hasil Rendemen (*Yield*) Total Ekstrak Daun Kelor

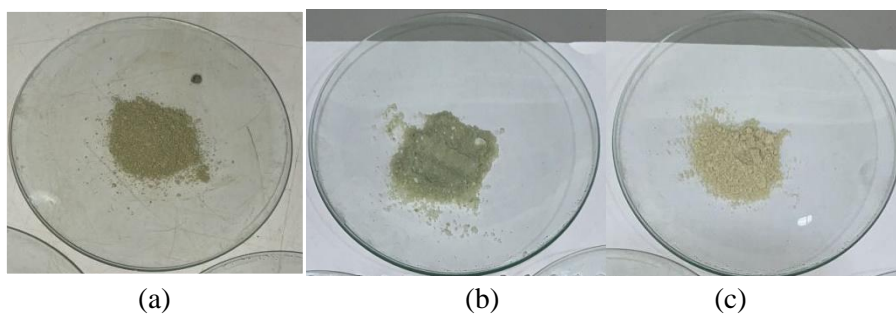
Jenis Simplisia	Jumlah Simplisia Kering Total	Jumlah Ekstrak Kental Total	Hasil Nilai Rendemen Total (%)
Simplisia Daun Kelor	1200 gram	262,1277 gram	21,843

### Uji Organoleptik

Pengujian organoleptik dikerjakan dengan parameter observasi berupa warna, bau, dan tekstur. Uji ini dilakukan untuk melihat tampilan fisik serbuk kering daun kelor yang dibuat. Tabel 5 terlihat perbedaan dari ekstrak kering yang dihasilkan pada variasi komposisi perbandingan 1:1, 1:2 dan 2:1. Hal yang paling terlihat perbedaannya adalah warnanya terlihat dari Gambar 2. Perbandingan 1:2 warnanya menjadi hijau tua dikarenakan ekstrak kental yang digunakan jumlahnya 2 kali lipat dibandingkan dengan CSD berbeda intensitas hijaunya dengan perbandingan 1:1 yang warnanya hijau terang (muda). Hasil warna yang dihasilkan pada perbandingan 2:1 berwarna putih keabuan dikarenakan CSD yang digunakan 2 kali lebih banyak bila dibandingkan dengan ekstrak kental. CSD sendiri memiliki organoleptis berupa serbuk ringan berwarna putih kebiruan, tidak memiliki aroma, tidak memiliki rasa (Rowe, et al., 2017).

**Tabel 5.** Hasil Pengamatan Uji Organoleptik Serbuk Daun Kelor Dengan Penambahan CSD

No.	Perbandingan CSD dengan Ekstrak Kental	Warna	Bentuk	Bau
1.	1:1	Hijau Terang	Serbuk Halus	Tidak Berbau
2.	1:2	Hijau Tua	Serbuk Halus	Tidak Berbau
3.	2:1	Putih Keabuan	Serbuk Halus	Tidak Berbau



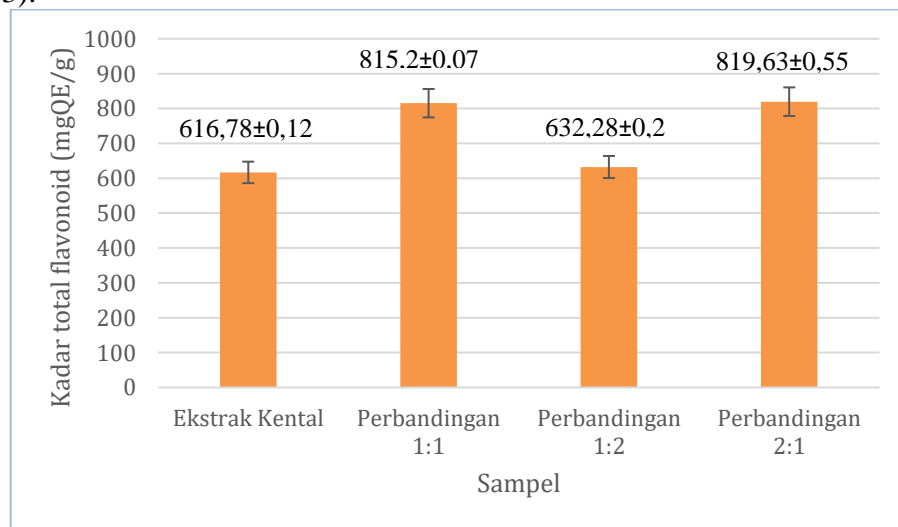
**Gambar 2.** Perbedaan Visual dari Ekstrak Kering Daun Kelor pada masing-masing perbandingan (a): Ekstrak Kering Daun Kelor Perbandingan 1:1, (b): Ekstrak Kering Daun Kelor Perbandingan 1:2, (c): Ekstrak Kering Daun Kelor Perbandingan 2:1

### Uji Kadar Total Flavonoid

Kadar total flavonoid dilakukan menggunakan alat Spektrofotometer UV-Vis yang ditentukan melalui kurva baku standar kuersetin (Trinovani, dkk, 2025). Langkah pertama dalam pengujian kandungan kadar total flavonoid adalah menentukan panjang gelombang maksimum. Pengujian panjang gelombang maksimal yang didapat yaitu pada 370nm.

Persamaan regresi linear dihasilkan dari pengukuran dari beberapa titik konsentrasi yang digunakan. Hasil analisis pengukuran absorbansi dan konsentrasi larutan standar kuersetin menghasilkan persamaan regresi linear  $y = 0,0057x + 0,0210$  dan nilai koefisien korelasi (R) didapatkan sebesar 0,9978. Hasil uji kadar total flavonoid dapat dilihat di Gambar 3.

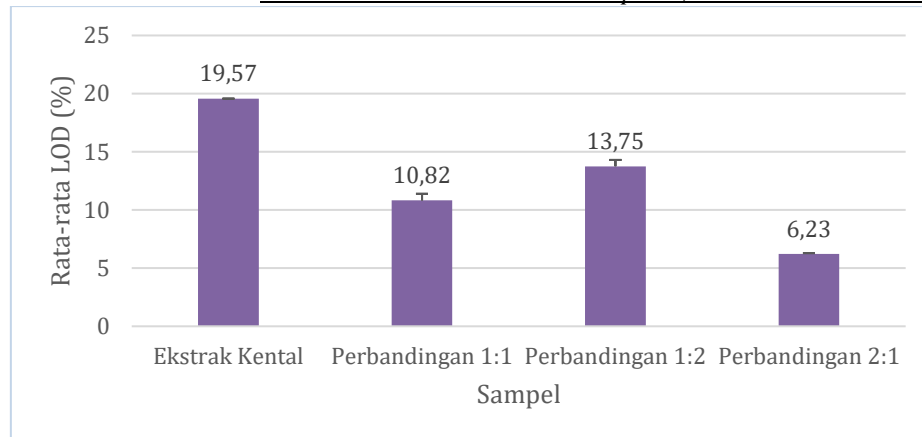
Hasil rata-rata uji kadar total flavonoid yang telah dilakukan sebelum ditambahkan eksipien pengering adalah 616,78 mgQE/g. Kadar total flavonoid rata-rata pada ekstrak yang sudah ditambahkan eksipien pengering tertinggi yaitu pada perbandingan 2:1 setelah dikalikan dengan faktor pengenceran sebesar 819,63 mgQE/g. Penurunan kadar total flavonoid juga dapat disebabkan oleh sifat dan karakteristik kuersetin yang termasuk dalam kelompok flavonoid yang rentan terhadap hidrolisis bila terkena tingkat kelembaban yang tinggi menyebabkan rusaknya ikatan glikosidik karena ikatan glikosidik sangat rentan terputus akibat adanya air termasuk air atmosferik. Ketika terjadi hidrolisis, kuersetin kehilangan bagian glikosidanya, menghasilkan bentuk aglikon yang bisa mengubah stabilitas kuersetin itu sendiri (Aghababaei & Hadidi, 2023).



**Gambar 3.** Hasil Uji Kadar Total Flavonoid

### Uji Loss On Drying (LOD)

Uji ini dilakukan menggunakan *moisture content analyzer* yang bertujuan untuk melihat persentase kelembaban kadar air pada serbuk. Hasil uji LOD dapat dilihat pada Gambar 4. Hasil *loss on drying* pada ekstrak kental sebelum ditambahkan eksipien pengering didapatkan nilai sebesar 19,57%, sedangkan nilai tertinggi setelah ditambahkan eksipien pengering yaitu pada CSD 1:2 dengan rata-rata sebesar 13,75% serta nilai terendah yaitu pada CSD 2:1 dengan rata-rata sebesar 6,23%.



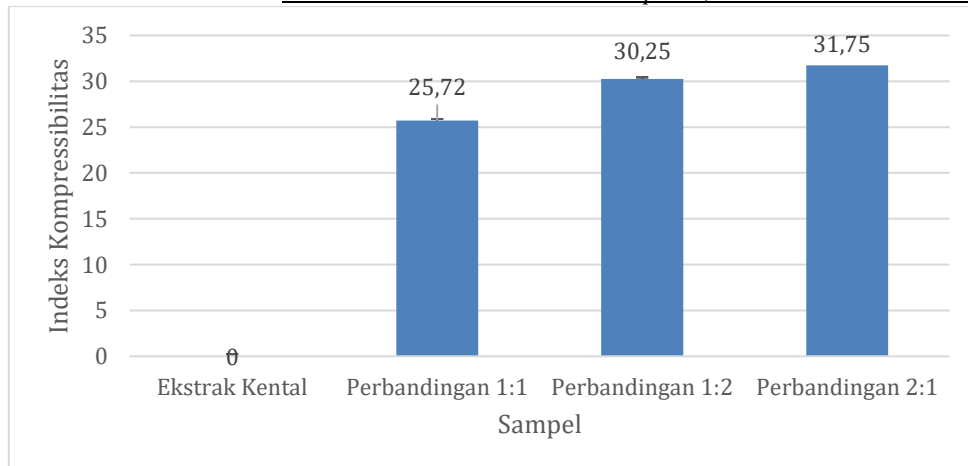
**Gambar 4.** Hasil Uji *Loss on Drying* Sampel

Berdasarkan (Shah et al., 2020) menjelaskan bahwa CSD merupakan silikon dioksida yang bersifat higroskopis mampu menyerap air dalam jumlah besar sehingga berhasil menghasilkan dalam bentuk serbuk kering. Hasil LOD menggunakan eksipien pengering CSD menunjukkan nilai yang tinggi melebihi batas yang diharapkan. Hal ini disebabkan oleh nilai spesifikasi LOD dari CSD itu sendiri yang cukup besar, sehingga meskipun ekstrak kental berhasil diubah menjadi serbuk, LOD tetap tinggi. Berdasarkan *Handbook of Pharmaceutical Excipients* (2009), nilai spesifikasi LOD pada CSD adalah <2,5%, yang menjadi faktor penyebab tingginya hasil LOD saat menggunakan CSD. Selain itu, luas permukaan yang besar dan banyaknya celah pada CSD cenderung menyebabkan kelembaban dan molekul air tetap terperangkap menempel di dalam celah tersebut. Jadi CSD berhasil menjadi serbuk namun meninggalkan residu kelembaban yang terukur dalam LOD (Nadiye-Tabbiruka, 2017).

Nilai LOD yang lebih rendah menunjukkan kadar flavonoid yang lebih tinggi. Kelembaban yang tinggi selama proses pengeringan dapat menyebabkan penurunan kadar flavonoid akibat hidrolisis dan degradasi senyawa tersebut. Penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi CSD mampu mengurangi kadar air dan menjaga stabilitas flavonoid pada ekstrak daun *Moringa oleifera*. Flavonoid, seperti kuersetin dalam daun kelor, sangat sensitif terhadap kelembaban, sehingga kadar air yang tinggi dapat memicu hidrolisis. Tingkat kelembaban yang rendah dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme, yang pada akhirnya menghasilkan produk ekstrak kering dengan stabilitas dan kadar total flavonoid yang lebih tinggi (Purnomo et al., 2023).

### Uji Indeks Kompresibilitas

Indeks kompresibilitas dilakukan pada sediaan yang berhasil menjadi serbuk untuk memastikan ketahanan granul pada saat kompresi untuk pencetakan tablet. Berdasarkan uji yang telah dilakukan CSD dengan perbandingan 2:1 mendapatkan hasil persentase indeks kompresibilitas tertinggi diatas 30%. Hasil uji indeks kompresibilitas ditunjukkan pada Gambar 5. Berdasarkan hasil pengujian yang diperoleh, CSD dengan konsentrasi 1:1 mendapatkan persentase indeks kompresibilitas sebesar 27,1%, 25,3%, 24,6% dan konsentrasi 1:2 sebesar 30,83%, 29,16%, dan 30,76% yang termasuk kedalam kategori kurang bagus, sedangkan hasil uji indeks kompresibilitas pada konsentrasi 2:1 mendapatkan hasil >30% termasuk kedalam kategori tidak bagus berdasarkan (British Pharmacopoeia Volume IV, 2007). Di sisi lain, ekstrak kental sama sekali tidak memberikan indeks kompresibilitas.

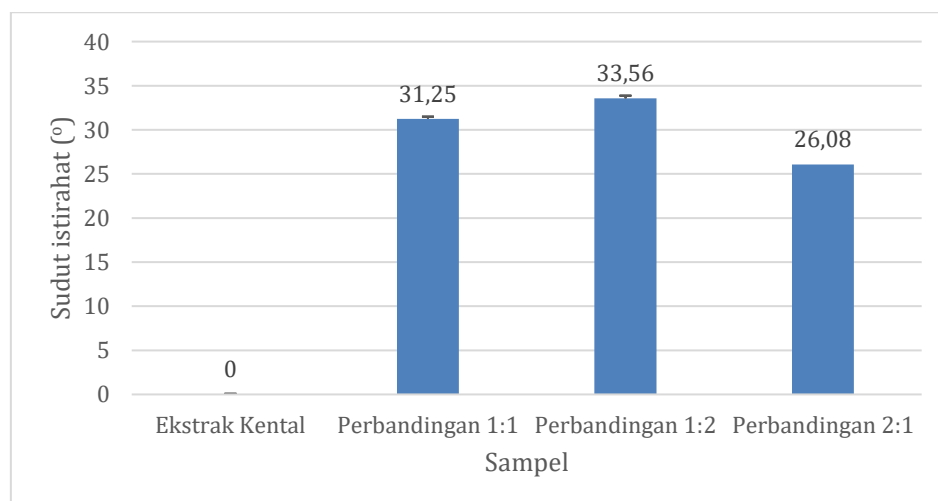


**Gambar 5.** Hasil Uji Indeks Kompresibilitas

Semakin tinggi indeks kompresibilitas maka semakin rendah kemampuan mengalirnya, sebaliknya kompresibilitas yang semakin kecil maka semakin mudah kemampuan mengalirnya (Erni et al., 2022). Hasil uji indeks kompresibilitas yang buruk dapat berkaitan dengan distribusi partikel yang dimiliki oleh CSD yaitu 7–16 $\mu$ m (Shah et al., 2020). Partikel yang terlalu kecil tersebut dapat berdampak negatif pada uji kompresibilitas. Partikel-partikel kecil cenderung meningkatkan kohesifitas serbuk yang dapat mempengaruhi parameter aliran serbuk dan kompresibilitas secara keseluruhan (Goh et al., 2018).

### Uji Sudut Diam

Sudut diam dilakukan pada sediaan yang berhasil menjadi serbuk, diukur untuk melihat sifat alir serbuk. Hasil uji sudut diam dapat terlihat dari Gambar 6 dengan eksipien pengering CSD pada konsentrasi 1:1, 1:2, dan 2:1 dapat dinyatakan memiliki laju alir yang baik karena masuk kedalam rentang 25° - 40°.



**Gambar 6.** Hasil Uji Sudut Istirahat

Berdasarkan hasil uji sudut diam pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa hasil tersebut menunjukkan potensial aliran yang baik pada tiap konsentrasi perbandingan, terbentuknya serbuk dan hasil uji sudut diam yang baik dikarenakan penggunaan eksipien CSD yang menurunkan gaya tarik menarik antar partikel sehingga terbentuk tumpukan granul

dengan sudut diam yang kecil. Penggunaan CSD dapat meningkatkan aliran serbuk dengan interaksi logam-logam antara molekul SiO<sub>2</sub> dengan logam pada *hopper* sehingga aliran lebih lancar (Blanco et al., 2021).

### **Analisis Data**

Uji *One-Way* ANOVA menghasilkan kesimpulan bahwa adanya perbedaan yang signifikan terhadap kadar flavonoid total, susut pengeringan, kompresibilitas, dan sudut diam dengan nilai signifikansi < 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan berbagai konsentrasi eksipien pengering CSD memberikan pengaruh terhadap karakteristik serbuk ekstrak daun kelor. Selain itu, uji T berpasangan mengindikasikan adanya perbedaan signifikan antara ekstrak kental sebelum dan sesudah penambahan eksipien pengering terhadap Kadar Flavonoid Total dan Susut pengeringan dengan nilai signifikansi < 0,05.

### **KESIMPULAN**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbandingan CSD 2:1 memberikan kadar flavonoid tertinggi, yaitu 819,63 mgQE/g setelah dikali dengan faktor pengenceran, diikuti oleh perbandingan 1:1 sebesar 815,20 mgQE/g dan perbandingan 1:2 sebesar 632,28 mgQE/g. Konsentrasi CSD 2:1 menghasilkan nilai LOD terendah sebesar 6,23%, sedangkan konsentrasi 2:1 pada kompresibilitas memberikan hasil kompresibilitas yang terendah, yang menunjukkan kompresibilitas kurang baik namun memberikan aliran serbuk yang lebih lancar dengan rata-rata sudut diam sebesar 26,08°. Dapat disimpulkan bahwa peningkatan konsentrasi CSD menurunkan kadar kelembaban atau LOD, meningkatkan total flavonoid, dan menghasilkan potensi aliran yang baik. Penggunaan CSD dalam formulasi ini menunjukkan peningkatan stabilitas fisik dan kimia serbuk daun kelor, yang dapat menjadi dasar bagi aplikasi farmasi dan fitokimia yang lebih stabil dan efisien. Keterbatasan dari penelitian ini adalah belum didapatkannya nilai LOD yang memenuhi standar yaitu di bawah 5%. Berdasarkan hasil penelitian ini, diharapkan akan dilakukan penelitian lanjutan baik dalam pemanfaatan ekstrak kering daun kelor yang dihasilkan maupun studi stabilitas dipercepat maupun *real time* dari ekstrak kering daun kelor yang dihasilkan dalam penelitian ini maupun penelitian menggunakan eksipien lain sebagai pengering ekstrak daun kelor agar bisa dibandingkan dengan hasil dari penelitian ini.

### **PERNYATAAN BEBAS KONFLIK KEPENTINGAN**

Peneliti dalam riset ini tidak terdapat konflik kepentingan sehingga hasil dari penelitian tidak terdapat bias.

### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Segala puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT terhadap semua karunia-Nya hingga penelitian yang panjang ini dapat terselesaikan dengan baik. Penulis mengucapkan terima kasih kepada tim penelitian riset daun kelor yang telah bersedia mengkonsep penelitian ini, berkorban waktu, melaksanakan eksperimen yang luar biasa panjang, mengolah data hasil penelitian, berkolaborasi dalam penulisan draft artikel ilmiah hasil penelitian kelor, Universitas Pembangunan Nasional (UPN) Veteran Jakarta yang bersedia memberikan Dana Hibah Penelitian Berbasis Sinta serta kepada Prodi Sarjana Farmasi Program Sarjana Fakultas Kedokteran Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta yang bersedia menyediakan tempat penelitian dan alat lab untuk menunjang penelitian ini.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Aghababaei, F., & Hadidi, M. (2023). Recent Advances in Potential Health Benefits of Quercetin. *Pharmaceuticals*, 16(7), 1–31. <https://doi.org/10.3390/ph16071020>
- Ammar Akram Kamarudin, Norhaidan, M.E., Norazalina, S., Nor, H.S., dan Nor, A.A.R. (2020). Heat Assisted Extraction of Phenolic Compounds from *Eleutherine bulbosa* (Mill.) bulb and Its Bioactive Profiles Using Response Surface Methodology. *Industrial Crops & Products*, 144, Halaman 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.112064>
- Asif, U., Sherwani, A. K., Akhtar, N., Shoaib, M. H., Hanif, M., Qadir, M. I., & Zaman, M. (2016). Formulation development and optimization of febuxostat tablets by direct compression method. *Advances in Polymer Technology*, 35(2), 129-135.
- Aulianshah, vonna, Rasidah, R., & Handayani, R. . (2024). Pengaruh Waktu Pemetikan Terhadap Kadar Flavonoid Total dan Aktivitas Antioksidan Esktrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*). *JURNAL ILMIAH FARMASI SIMPLISIA*, 4(2), 122–131. <https://doi.org/10.30867/jifs.v4i2.708>
- Blanco, D., Antikainen, O., Rääkkönen, H., Yliruusi, J., & Juppo, A. M. (2021a). Effect of colloidal silicon dioxide and moisture on powder flow properties: Predicting in-process performance using image-based analysis. *International Journal of Pharmaceutics*, 597, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2021.120344>
- British Pharmacopoeia Volume IV. (2007). *The Stationary Office on Behalf of Medicine and Healthcare Products Regulatory Agency* (MHRA). England.
- Cecilia Jimenez Lopez, Cristina, C., M.A. Prieto, Maria, F.B., Lilian, B., dan Isabel, C.F.R.R. (2018). Optimization and Comparison of Heat and Ultrasound Assisted Extraction Techniques To Obtain Anthocyanin Compounds from *Arbutos Unedo L.* Fruits. *Food Chemistry*, 264, Halaman 81-91. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.04.103>
- Dewi, K.P.M., & Ediati, J. S. (2023). Aktivitas Ekstrak Daun Kelor (*Moringa Oleifera* Lamk.) Terhadap Mencit Yang Diinduksi Glukosa Sebagai Obat Alami Antidiabetes. *JURNAL ILMIAH FARMASI SIMPLISIA*, 3(2), 139–145. <https://doi.org/10.30867/jifs.v3i2.433>
- Edi, I. G. M. S. (2020). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kepatuhan Pasien Pada Pengobatan. *Jurnal Ilmiah Medicamento*, 1(1), 1–8. <https://doi.org/10.36733/medicamento.v1i1.719>
- Elvi Trinovani, Kusmiyati, M., Sudaryat, Y. ., Kusumah, R. M. ., Rhamadianto, M. I. ., & Rustamsyah, A. . (2025). Penetapan Kadar Flavonoid Total dan Uji Aktivitas Antioksidan Kombucha Daun Kitolid (*Isotoma longiflora L.*) Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. *JURNAL ILMIAH FARMASI SIMPLISIA*, 5(1), 10–19. <https://doi.org/10.30867/jifs.v5i1.840>
- Erni, R., Kyky, W., Cantika, Z. (2022). Formulasi Tablet Kunyah Kombinasi Ekstrak Daun Kelor Dan Katekin Gambir Dengan Perbedaan *Jenis Pengikat*, IX(1), 63–70.
- Goh, H. P., Heng, P. W. S., & Liew, C. V. (2018). Comparative evaluation of powder flow parameters with reference to particle size and shape. *International Journal of Pharmaceutics*, 547(1–2), 133–141. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2018.05.059>
- Isnan, W., & M, N. (2017). Ragam Manfaat Tanaman Kelor ( *Moringa oleifera* Lamk) Bagi Masyarakat. *Info Teknis EBONI*, 14(1), 63–75.

- Kashaninejad, M., Blanco, B., Benito-Román, O., Beltrán, S., Niknam, S. M., & Sanz, M. T. (2021). Maximizing the freeze-dried extract yield by considering the solvent retention index: Extraction kinetics and characterization of *Moringa oleifera* leaves extracts. *Food and Bioproducts Processing*, 130, 132-142.
- Kasmayani, Alasiry, E., & Pelupessy, N. (2020). Kapsul Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* Leaves) Terhadap Kadar Hemoglobin Pada Ibu Menyusui. *Hasanuddin Journal of Widwifery*, 2(1), 15–20. <http://pasca.unhas.ac.id/ojs/index.php/hjm/article/download/2667/681>
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2022). Farmakope Herbal Indonesia Edisi II. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia
- Ludin, P. F., Wulandari, R. C. L., & Meiranny, A. (2023). Kepatuhan Ibu Hamil dalam Mengonsumsi Tablet Fe: Literature Review. *Media Publikasi Promosi Kesehatan Indonesia (MPPKI)*, 6(10), 1933-1939.
- Nadiye-Tabbiruka, M. S. (2017). Interaction of Water with Silane Modified Aerosil Samples. *Colloid Surf. Sci*, 2, 118-124.
- Prabowo, I., Iskandarsyah, R. A., & Adriany, R. (2021). Characterization and concentration optimization of Hibiscus rosa-sinensis L. mucilage powder as superdisintegrant. *International Journal of Applied Pharmaceutics*, 13(2), 149-152.
- Purnomo, D., Putri, A. Y., Hisyam, H. M., Rimatunnisa, R., Indriani, D. R., Adinda, P. R., ... & Hamad, A. (2023). Effect of drying method on antioxidant activity and total flavonoid content of Java tea crude drug (*Orthosiphon aristatus*). *Research in Chemical Engineering (RiCE)*, 2(1), 29-33.
- Rifkia, V., Prabowo, I. (2020). Pengaruh variasi suhu dan waktu terhadap rendemen dan kadar total flavonoid pada ekstraksi daun *Moringa oleifera* Lam. dengan metode ultrasonik. *PHARMACY: Jurnal Farmasi Indonesia (Pharmaceutical Journal of Indonesia)*, 387-395.
- Rowe, R.C., Sheskey, P.J., Cook, W.G., dan Quinn, M.E. (2017). *Handbook of Pharmaceutical Excipients 8<sup>th</sup> Ed.* London: The Pharmaceutical Press.
- Shah, H., Jain, A., Laghate, G., & Prabhudesai, D. (2020). Pharmaceutical excipients. Remington: The Science and Practice of Pharmacy, 633–643. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820007-0.00032-5>
- Shahi, S., Farswan, T. S., & Pandey, M. M. (2026). Long-term stability of bioactive compounds in *Moringa oleifera* leaf of north India: A shelf-life evaluation. *South African Journal of Botany*, 190, 42-50.
- Shrikrushna, J. S., Sanjay, R. P., & Avinash, M. S. (2023). Formulation and Development of a Capsule of *Moringa oleifera* As Anti-Ulcer Drug. *International Research Journal of Modernization in Engineering*, 5(05), 333–347.
- Sinko, P.J. (2011). *Martin's Physical Pharmacy and Pharmaceutical Sciences: Physical Chemical and Biopharmaceutical Principles in The Pharmaceutical Sciences*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Wijaya, H., Novitasari, & Jubaidah, S. (2018). Perbandingan Metode Ekstraksi Terhadap Rendemen Ekstrak Daun Rambui Laut (*Sonneratia caseolaris* L. Engl). *Jurnal Ilmiah Manuntung*, 4(1), 79–83.
- Yang, H. Il, Ameer, K., Chung, Y. B., Min, S. G., & Eun, J. B. (2023). Optimization of spray drying process for recovery of onion–stevia leaf hot water extract powder using response

surface methodology. *Food Science and Nutrition*, 11(4), 1770–1784.  
<https://doi.org/10.1002/fsn3.3207>

Yusuf, A. L., Nurawaliah, E., & Harun, N. (2017). Uji efektivitas gel ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera* L.) sebagai antijamur *Malassezia furfur*. *Kartika : Jurnal Ilmiah Farmasi*, 5(2), 62. <https://doi.org/10.26874/kjif.v5i2.119>