

# Pengaruh waktu milling dengan ukuran nano serbuk daun kelor

*By* Syahrial Syahrial

## PENGARUH WAKTU MILLING DENGAN UKURAN NANO SERBUK DAUN KELOR (*Moringa oleifera*) DAN HUBUNGANYA DENGAN BIOAVAILABILITAS SECARA *IN-VITRO* DAN *IN-VIVO*

### Effect of Milling time with Nano size particles of Kelor powder (*Moringa oleifera*) and the correlations with In-vitro and In-vivo bioavailability

#### ABSTRACT

Kekurangan kalsium dalam tubuh disebabkan oleh kalsium yang belum optimal terabsorpsi oleh tubuh sehingga berakibat pada terjadinya defisiensi kalsium. Kalsium tidak dapat diserap maksimal oleh tubuh apabila dalam bentuk molekul yang besar, sehingga kalsium akhirnya terbuang. Untuk itu diperlukan bentuk ukuran nano sehingga kalsium tersebut dapat terserap oleh tulang dengan baik. Tujuan penelitian ini untuk melihat pengaruh waktu milling dengan ukuran nano partikel serbuk daun kelor (*Moringa oleifera*) dan hubungan dengan bioavailabilitas secara *invitro* dan *invivo*. Metode penelitian menggunakan rancangan eksperimen laboratorium, dengan sampel daun kelor dalam bentuk serbuk, dan nano partikel akan dilakukan analisis proximat, analisis zat gizi, uji kelarutan dan uji bioavailabilitas. Hasil penelitian menunjukkan terdapat pengaruh lama waktu milling dengan ukuran partikel nano. Ada perbedaan kadar air, abu, energi, serat dan gula total antara daun kelor serbuk dan nano ( $p < 0.05$ ). Selain itu kandungan vitamin A, vitamin C dan vitamin K antara bentuk serbuk dan nano partikel daun kelor juga menunjukkan perbedaan bermakna ( $p < 0.05$ ). Terdapat perbedaan signifikan kadar kalsium, magnesium, fosfor, kalium dan natrium antara ukuran serbuk dengan ukuran nano partikel daun kelor ( $P < 0.05$ ). Direkomendasikan mengkonsumsi nano partikel tepung daun kelor dapat dijadikan sebagai sumber bahan makanan untuk meningkatkan pertumbuhan tulang dan kepadatan tulang.

**Keywords** : kalsium, nanopartikel, daun kelor

#### ABSTRACT

Calcium deficiency in the body is caused by calcium that has not optimal absorption by the body, resulting in the occurrence of calcium deficiency. Calcium can not be absorbed maximally by the body when in large molecular form, so the calcium is finally wasted. Therefore, it is necessary to form nano size that the calcium can be absorbed by the bones well. The purpose of this research is to see the effect of Milling time with Nano size particles of Kelor powder (*Moringa oleifera*) and the correlations with *Invitro* and *Invivo* bioavailability. The research method is to use the research draft of laboratory experiments, with the sample of the Kelor

leaves in powder form, and nano particles will be carried out proximate analysis, nutrient analysis, solubility test and bioavailability test. The results showed there was a long influence of milling time with nano particle size. There is a difference in moisture content, ash, energy, fiber and total sugar between the leaves of the powder and nano Kelor ( $p < 0.05$ ). There are significant differences in the content of vitamin A, vitamin C and vitamin K between the form of powder and nano leaf particles ( $P < 0.05$ ). There are significant differences in the levels of calcium, magnesium, phosphorus, potassium and sodium between the size of the powder to the nano leaf-size particles ( $P < 0.05$ ). The recommendation of consuming nano particles kelor flour can be used as a source of food ingredients to increase bone growth and bone density.

**Keywords**: Calcium, nanoparticles, kelor leaves

#### PENDAHULUAN

Salah satu tanaman yang dikenal sebagai tanaman serbaguna adalah daun kelor (*Moringa oleifera*) yang merupakan spesies dari famili monogenerik *Moringa* sp. Walaupun *M. oleifera* berasal dari Himalaya, beberapa negara seperti Afrika, Amerika Tengah dan Selatan, Sri Lanka, India, Meksiko, Malaysia, Indonesia dan Filipina juga banyak membudidayakannya. Di beberapa bagian dunia *M. oleifera* disebut sebagai 'pohon paha' atau 'kuda pohon lobak'. Hampir semua bagian tanaman *Moringa oleifera* dapat digunakan sebagai bahan pengobatan beberapa penyakit seperti asites, rematik, gigitan binatang berbisa, penyakit jantung dan stimulan sirkulasi darah. Beberapa bagian dari *Moringa oleifera* telah diketahui menunjukkan efek antitumor, antiinflamasi, antibakteri, antihelmintik, antioksidan, hipotensif, *cardioprotective*, efek okular, antiurolitiatik, antipasmodik, *hepatoprotective*, dan antipiretik<sup>1</sup>.

Mineral adalah zat gizi yang dibutuhkan tubuh untuk menjaga kesehatan (seperti tembaga, besi, kalsium, dan kalium) yang diperlukan tubuh dalam jumlah kecil. Mineral merupakan zat anorganik yang

merupakan unsur atau senyawa kimia yang ditemukan di alam.

Beberapa mineral yang terdapat di alam yaitu berasal dari *Moringa oleifera* terdiri dari kalsium, kromium, tembaga, fluorin, besi, mangan, magnesium, molybdenum, fosfor, kalium, yodium, selenium, sulfur, zink, potassium<sup>2</sup>. Nanoteknologi didasarkan pada kata awal "nano" dari bahasa Yunani yang berarti "kerdil". Kata "nano" berarti  $10^{-9}$  atau sepermiliar. Nanoteknologi tidak selalu teknologi baru untuk desain, proses, dan penggunaan material pada skala nanometer (nm). Nano kalsium salah satunya dapat langsung diserap oleh tubuh dengan seratus kali dibandingkan makro kalsium dan sangat bermanfaat dalam pemenuhan kalsium tubuh yang optimal dan dapat dikonsumsi oleh segala usia<sup>3</sup>.

Analisis bioavailabilitas terhadap nano kalsium menunjukkan bahwa kalsium yang terserap oleh tubuh pada menit ke-3, ke-5, dan ke-7 sebesar 8.5%, 9.6%, dan 63.3%. Tingginya bioavailabilitas nano kalsium memberikan banyak keuntungan bagi manusia. Nanokalsium dapat difortifikasikan pada bahan pangan sehingga dapat memenuhi kebutuhan kalsium harian orang dewasa sekitar 800 mg/hari. Nano kalsium juga mengandung komponen mineral lain yaitu magnesium, kalium, natrium, fosfor, besi, zink, dan mangan. Nano kalsium yang dihasilkan memiliki nilai pH sebesar 9.40. Ukuran partikel nanokalsium berkisar 7-127 nm<sup>2</sup>.

Kalsium tidak akan dapat diserap tubuh apabila ditambahkan dengan molekul yang besar. Oleh sebab itu, diperlukan bentuk ukuran nano pada kalsium agar dapat terserap oleh tulang dengan baik. Bubuk nanometer secara signifikan dapat meningkatkan bioavailabilitas kalsium dan memiliki manfaat gizi yang penting berdasarkan evaluasi dalam pertumuhan tikus model<sup>4</sup>.

Kelainan metabolik tulang ditandai dengan berkurangnya massa tulang, adanya kerusakan pada tekstur tulang, terjadi peningkatan kerapuhan tulang, dan menyebabkan risiko fraktur (NIH 1993). Massa tulang yang berkurang akan membuat tulang

semakin keropos dan rapuh sehingga mudah keropos yang disebut osteoporosis<sup>5</sup>.

Berdasarkan uraian di atas diperoleh informasi bahwa *Moringa oleifera* memiliki sumber kalsium yang tinggi dan teknologi nano akan dapat membantu zat gizi terutama kalsium lebih cepat diserap tubuh (tulang). Oleh sebab itu, penelitian ini mempunyai tujuan yaitu untuk mengukur Pengaruh waktu milling dengan ukuran nano partikel serbuk daun kelor (*Moringa oleifera*) dan hubungan dengan bioavailabilitas secara *Invitro* dan *Invivo*.

## METODE

### 5

#### 1. Waktu dan tempat

Penelitian dilakukan mulai pada bulan September s/d November 2017. Tempat yang digunakan dalam penelitian adalah untuk pembuatan serbuk daun kelor dilakukan di Perkebunan daun kelor Blora Jawa Tengah, selanjutnya menjadikan tepung daun kelor menjadi bentuk nano partikel dilakukan di Puspitek Balai Teknologi Bukit Serpong Jawa Barat selanjutnya Analisis proksimat dilakukan di bioteknologi LIPI serpong Jawa Barat untuk Analisis Mineral dilakukan di bioteknologi LIPI serpong Jawa Barat selanjutnya analisis vitamin dan kelarutan dilakukan di laboratorium saraswanti Bogor Jawa Barat dan uji Bioavailabilitas secara *invitro* dan *invivo* dilakukan di Laboratorium Gizi masyarakat IPB.

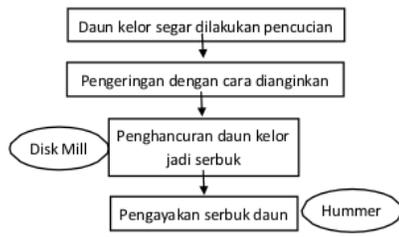
#### 2. Alat dan bahan

Untuk pengeringan daun kelor dianginkan dan pembuatan tepung daun kelor digunakan *Hummer mill* dan *Desk mill*, untuk menjadikan tepung daun kelor menjadi nano partikel digunakan *High Energy Milling* (HEM) menggunakan analisis proksimat selanjutnya analisis Mineral dengan menggunakan metode AAS (*Atomic absorption spectrophotometry*) untuk Analisis Vitamin digunakan metode HPLC selanjutnya uji kelarutan (serbuk dan nano partikel serbuk daun kelor) terus dilakukan uji bioavailabilitas (serbuk, dan nano partikel serbuk daun kelor)

#### 3. Rancangan Penelitian

Penelitian akan dilakukan secara Eksperimen Laboratorik :

1) Pembuatan serbuk daun kelor



Catatan : proses diatas dilakukan oleh perkebunan daun kelor

## 2) Pembuatan Nano Partikel



## 3) Analisis proksimat (standar nasional Indonesia SNI-2891-1992)

Daun kelor dalam bentuk **17** bubuk, bentuk mikro dan nano partikel dilakukan uji Proksimat untuk melihat kandungan Energi, Karbohidrat Lemak, Protein, kadar abu, serat kasar serta air dan serat pangan.

## 4) Analisis Mineral (Aoc Official Methods Of Analysis, 2005)

Daun kelor dalam bentuk serbuk di analisis dengan metode AAS untuk melihat kandungan mineral seperti Kalsium, Magnesium, Fosfor, Kalium dan Zinc .

## 5) Analisis Vitamin (Aoc Official Methods Of Analysis, 2005)

Daun kelor dalam bentuk serbuk akan di analisis dengan metode HPLC untuk melihat kandungan vitamin seperti Vitamin A, Vitamin C, Vitamin D dan Vitamin K .

## 6) Uji Kelarutan, serbuk, dan nano partikel .

## 7) Uji Bioavailabilitas serbuk, dan nano partikel secara invitro dan invivo

## HASIL DAN PEMBAHASAN

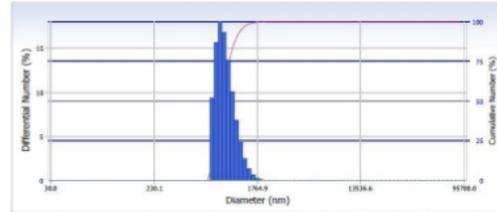
4

### 1. Waktu Milling dan Ukuran Nano Partikel Serbuk Daun Kelor

Waktu milling daun kelor ukuran nano partikel dilakukan sebanyak tiga kali yaitu 1 jam, 30 menit dan 15 menit. Dapat dilihat

bahwa terdapat perbedaan diameter ukuran nano partikel.

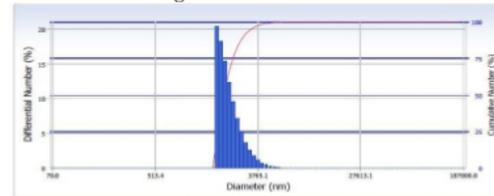
#### a. Waktu milling = 1 jam



Tabel 1. Ukuran Nano Partikel Daun Kelor dengan Waktu Milling 1 Jam

Peak	Diameter (nm)	Standar deviasi
1	955.0	193.7
2	50592.5	9557.6
3	0	0
4	0	0
5	0	0
<b>Rata-rata</b>	<b>1012.8</b>	<b>1725.4</b>

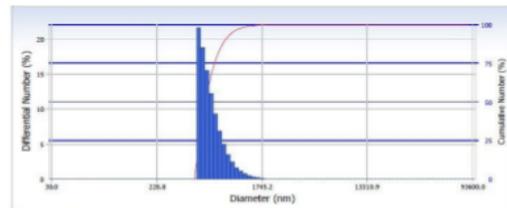
#### b. Waktu milling = 15 menit



Tabel.2 Ukuran Nano Partikel Daun Kelor dengan Waktu Milling 15 Menit

Peak	Diameter (nm)	Standar deviasi
1	2214.1	626.4
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
<b>Rata-rata</b>	<b>2214.1</b>	<b>626.4</b>

#### c. Waktu milling = 30 menit



**Tabel.3 Ukuran Nano Partikel Daun Kelor dengan Waktu Milling 30 Menit**

Peak	Diameter (nm)	Standar deviasi
1	669.7	189.7
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
Rata-rata	669.7	189.7

## 2. Analisis Proksimat dalam Bentuk Serbuk dan Nano Partikel Daun Kelor

Analisis proksimat merupakan suatu metode analisis untuk mengetahui kandungan zat gizi suatu bahan pangan yaitu kandungan protein, lemak, energi, serat, kadar air dan kadar abu, dengan membandingkan nilai standar nilai gizi yang telah ditentukan. Analisis proksimat pada penelitian ini dilakukan sebanyak dua kali ulangan, kemudian dirata-ratakan.

**Tabel.4 Kandungan Zat Gizi dalam 100 gram Takaran Saji**

No.	Parameter	Ukuran partikel		p value
		Serbuk	Nano	
1	Kadar air (%)	4.81±0.43	8.32±0.14	0.000*
2	Kadar abu (%)	10.79±0.03	10.56±0.04	0.001*
3	Kadar lemak (%)	4.25±0.90	4.32±0.59	0.916
4	Kadar protein (%)	26.83±0.31	26.22±0.65	0.177
5	Kadar energi (kkal)	358.85±0.01	346.08±0.01	0.000*
6	Kadar serat	9.74±0.29	7.75±0.72	0.011*
7	Kadar gula total	34.55±0.16	32.33±0.02	0.000*

Tabel 4 menunjukkan bahwa analisis proksimat meliputi kadar air, kadar abu, energi, serat dan gula total berbeda signifikan antara daun kelor serbuk dan nano ( $p < 0.05$ ), sedangkan kadar lemak dan protein tidak berbeda signifikan antara daun kelor serbuk dan nano ( $p > 0.05$ ).

Kadar air merupakan salah satu karakteristik penting pada bahan pangan, karena penampakan, tekstur, dan cita rasa yang terdapat dalam bahan pangan dapat dipengaruhi oleh air. Bahan pangan yang memiliki kadar air yang tinggi dapat menyebabkan bakteri, kapang dan khamir menjadi lebih mudah untuk berkembang biak. Hal ini dapat menyebabkan perubahan pada bahan pangan tersebut<sup>6</sup>. Kadar air pada serbuk nano lebih besar (8.32 %) dibandingkan dengan serbuk daun kelor (4.81 %). Kandungan kadar air pada serbuk daun

kelor sebesar 10.74 gram. Perbedaan kadar air pada serbuk daun kelor kemungkinan disebabkan oleh perbedaan jenis dan daerah daun kelor tersebut<sup>5</sup>.

Kadar abu merupakan kadar mineral total yang terdapat dalam suatu bahan pangan<sup>7</sup>. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan kadar abu serbuk daun kelor dengan ukuran nano partikel ( $P < 0.05$ ), dengan rerata 10.79 % pada ukuran serbuk dan 10.56 % pada ukuran nano. Penelitian menunjukkan bahwa rerata kadar abu serbuk daun kelor di Thailand yaitu 7.07 %<sup>8</sup>.

Kadar lemak pada serbuk daun kelor tidak berbeda signifikan dengan ukuran nano partikel ( $P > 0.05$ ), dengan rerata 4.25 % pada serbuk dan 4.32 % pada ukuran nano partikel. Kadar lemak pada daun kelor masih tergolong rendah, hal ini berbeda dengan penelitian yang menyebutkan bahwa kandungan lemak pada serbuk daun kelor yaitu 6.50<sup>9</sup>.

Daun kelor merupakan sumber protein nabati yang sangat baik untuk vegetarian. Daun kelor mengandung semua jenis asam amino esensial yang merupakan bahan pembangun protein dan sangat bermanfaat bagi orang-orang yang tidak mendapatkan protein yang bersumber dari pangan hewani. Kandungan protein ukuran serbuk tidak berbeda signifikan dengan ukuran nano ( $P > 0.05$ ), dengan rerata kadar protein 26.83 % pada ukuran serbuk dan 26.22 % pada ukuran nano partikel. Kandungan protein pada serbuk dan nano partikel daun kelor tergolong tinggi. Penelitian mengemukakan bahwa kandungan protein pada serbuk daun kelor sebesar 26.3 %<sup>10</sup>.

Kandungan energi pada serbuk daun kelor lebih besar dibandingkan dengan nano partikel. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh perbedaan ukuran partikel daun kelor. Kandungan serat serbuk daun kelor berbeda signifikan dengan ukuran nano partikel ( $p < 0.05$ ), kandungan serat pada daun kelor ukuran nano lebih sedikit dibandingkan dengan serbuk, sejalan dengan penelitian yang menyebutkan bahwa kandungan serat serbuk daun kelor sebesar 19.91 %<sup>8</sup>.

## 3. Analisis Vitamin dalam Bentuk Serbuk dan Nano Partikel Daun Kelor

Vitamin merupakan suatu molekul organik yang sangat diperlukan tubuh untuk proses metabolisme dan pertumbuhan yang normal. Vitamin-vitamin tidak dapat dibuat oleh tubuh manusia dalam jumlah yang cukup, oleh sebab itu harus diperoleh dari bahan

pangan yang dikonsumsi<sup>6</sup>. Moringaoleifera Lam (kelor) telah dianjurkan sebagai tanaman indigenous yang merupakan sumber protein yang mudah dicerna, kalsium, Besi, Vitamin C, dan Karotenoid<sup>11</sup>.

**Tabel .5 Kandungan Vitamin Berdasarkan Ukuran Partikel Daun Kelor**

No.	Parameter	Ukuran partikel		p value
		Serbuk	Nano	
1	Vitamin A/Beta karoten (IU)	152.22±0.90	143.96±0.01	0.000*
2	Vitamin C (mg)	26.65±0.76	20.86±0.02	0.000*
3	Vitamin D (mg)	0.67±0.01	0.67±0.02	0.561
4	Vitamin K (mg)	36.33±0.00	42.81±0.01	0.000*

Tabel 5 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan kandungan vitamin A, vitamin C dan vitamin K antara bentuk serbuk dan nano partikel daun kelor ( $p < 0.05$ ), sedangkan vitamin D tidak berbeda signifikan antara kedua kelompok ( $p > 0.05$ ). Kandungan vitamin A berbeda signifikan antara kedua kelompok ukuran partikel ( $P < 0.05$ ), dengan rerata 152.22 IU pada ukuran serbuk dan 143.96 IU pada ukuran nano. Penelitian lain menunjukkan hasil yang lebih tinggi yaitu 186 IU<sup>2</sup>. Kandungan vitamin C pada serbuk daun kelor lebih tinggi secara signifikan dibandingkan dengan ukuran nano, dengan nilai masing-masing 26.65 mg dan 20.86 mg. Perbedaan nilai kandungan vitamin C daun kelor dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor<sup>29</sup>. Penelitian lain menjelaskan bahwa kandungan gizi yang terdapat pada bahan pangan nabati dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu faktor genetik tanaman yang dipengaruhi oleh spesies dan varietasnya, asal tanaman, tingkat kematangan saat pemanenan dan saat dikonsumsi, kondisi tumbuh, suhu, cahaya matahari, jumlah air, jenis tanah dan kesuburan tanah<sup>13</sup>.

Kandungan vitamin D tidak berbeda signifikan antara ukuran serbuk dan nano partikel daun kelor ( $P > 0.05$ ), dengan nilai masing-masing 0.67 mg. Hal ini menunjukkan bahwa ukuran partikel serbuk daun kelor tidak mempengaruhi kandungan vitamin D. Kandungan vitamin K lebih tinggi secara signifikan pada ukuran nano partikel dibandingkan dengan serbuk daun kelor,

dengan nilai 42.81 mg pada nano partikel dan 36.33 pada serbuk daun kelor<sup>13</sup>.

#### 4. Analisis Mineral dalam Bentuk Serbuk dan Nano Partikel Daun Kelor

20

Sebagian besar bahan makanan yaitu sekitar 96% terdiri dari bahan organik dan air. Sisanya terdiri dari unsur-unsur mineral<sup>6</sup>. Daun kelor merupakan salah satu bahan pangan yang kaya akan mineral.

**Tabel.6 Kandungan Mineral Daun Kelor Berdasarkan Ukuran Partikel**

No.	Parameter	Ukuran partikel		p value
		Serbuk	Nano	
1	Kalsium	60225±25.03	53187±4.04	0.000*
2	Magnesium	765±15.50	1997±7.51	0.000*
3	Fosfor	4598±49.33	4697±7.57	0.026*
4	Seng	15.7±3.55	21.4±1.50	0.060
5	Kalium	2859±1.00	6658±1.00	0.000*
6	Natrium	396±7.57	94.4±0.100	0.000*

Tabel 6 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan kadar kalsium, magnesium, fosfor, kalium dan natrium antara ukuran serbuk dengan ukuran nano partikel daun kelor ( $P < 0.05$ ), sedangkan kandungan seng tidak berbeda signifikan antar kedua kelompok partikel serbuk daun kelor ( $p > 0.05$ )

14

Jumlah kalsium yang terdapat di dalam tubuh orang dewasa adalah 1.5-2% dari berat badan atau kurang lebih sebanyak 1 kg. Di dalam jaringan keras yaitu tulang dan gigi terdapat sebanyak 99% dari jumlah tersebut, terutama dalam bentuk hidroksiapatit. Kalsium tulang seimbang dengan kalsium plasma pada konsentrasi kurang lebih 2.25-2.60 mmol/l (9-10.4 mg/100 ml)<sup>1</sup>. Daun kelor mengandung kalsium yang cukup tinggi. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa kandungan kalsium pada daun kelor ukuran serbuk lebih tinggi dibandingkan dengan ukuran nanopartikel, dengan nilai 60225 ppm pada serbuk dan 53187 ppm.

Kandungan magnesium pada daun kelor ukuran nano partikel lebih tinggi dibandingkan dengan ukuran serbuk, dengan nilai 1997 ppm pada nano dan 765 pada serbuk. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran permukaan daun kelor, semakin tinggi kandungan magnesium. Kandungan fosfor juga lebih tinggi pada daun kelor dengan ukuran nano dibandingkan dengan ukuran serbuk, dengan nilai

4598 ppm pada serbuk dan 4697 pada ukuran nano partikel daun kelor.

Kandungan seng tidak berbeda signifikan antara kedua kelompok ukuran partikel daun kelor, namun pada ukuran nano cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan serbuk daun kelor, dengan nilai masing-masing 15.7 ppm dan 21.4 ppm. Kandungan kalium juga lebih tinggi secara signifikan pada ukuran nano partikel dibandingkan dengan serbuk, dengan nilai masing-masing 6658 ppm dan 2859 ppm. Sedangkan, kandungan natrium lebih tinggi pada ukuran serbuk dibandingkan dengan ukuran nano partikel.

### 5. Uji Kelarutan Dalam Bentuk Serbuk dan Nano Partikel Daun Kelor

Kelarutan merupakan keadaan suatu senyawa baik padat, cair, ataupun gas yang terlarut dalam padatan, cairan, atau gas. Kelarutan merupakan parameter penting bagi suatu obat dalam mencapai konsentrasi yang dibutuhkan untuk menghasilkan respon farmakologi. Banyak obat memiliki kelarutan yang buruk di dalam air, padahal obat harus berada dalam bentuk terlarut ketika akan diabsorpsi<sup>15</sup>. Kelarutan suatu bahan pangan berkorelasi dengan bioavailabilitas.

**Tabel.7 Tingkat Kelarutan Ukuran Serbuk dan Nano Partikel Daun Kelor**

No.	Parameter	Hasil	
		Serbuk	Nano
1	Kelarutan	Tidak larut sempurna	Tidak larut sempurna

### 6. Bioavailabilitas

Bioavailabilitas kalsium atau ketersediaan biologis dari kalsium adalah jumlah kalsium yang tersedia dalam bahan pangan yang dapat diserap dan dimanfaatkan oleh tubuh. Kebutuhan yang semakin meningkat dan persediaan kalsium yang rendah dalam tubuh akan menyebabkan absorpsi kalsium semakin efisien. Kebutuhan kalsium akan semakin meningkat pada saat pertumbuhan, kehamilan,

menyusui, kekurangan kalsium, dan peningkatan densitas tulang berdasarkan tingkatan aktivitas fisik<sup>14</sup>.

Nano kalsium salah satunya dapat langsung diserap oleh tubuh dengan sempurna dibandingkan makro kalsium dan sangat bermanfaat dalam pemenuhan kalsium tubuh yang optimal dan dapat dikonsumsi oleh segala usia<sup>3</sup>.

**Tabel.8 Perbandingan Ukuran Partikel Daun Kelor**

No.	Parameter	Ukuran partikel		
		Nano 300	Nano 600	Serbuk
1	Kalsium	63.49	55.04	26.17
2	Magnesium	22.43	37.46	41.89
3	Fosfor	21.63	25.33	21.47

Pada Tabel 8 menunjukkan bahwa bioavailabilitas kalsium daun kelor ukuran nano 300 lebih besar dibandingkan dengan ukuran nano 600 dan bentuk serbuk, dengan nilai 63.49 % pada nano 300, 55.04 % pada nano 600 dan 26.17 % untuk ukuran serbuk. Uji korelasi pearson menunjukkan hubungan negatif antara ukuran partikel daun kelor dengan bioavailabilitas kalsium dengan nilai r yaitu -0.833. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran partikel daun kelor maka tingkat bioavailabilitas kalsium semakin tinggi.

Bioavailabilitas magnesium daun kelor tertinggi terdapat pada bentuk serbuk yaitu 41.89 %, sedangkan ukuran nano 600 yaitu 37.46 % dan tingkat bioavailabilitas yang paling rendah yaitu ukuran nano 300 dengan nilai 22.43%. Hasil uji korelasi antara ukuran partikel dengan bioavailabilitas menunjukkan hubungan positif signifikan, dengan nilai korelasi sebesar 1.00. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar ukuran partikel daun kelor maka semakin tinggi tingkat bioavailabilitas magnesium daun kelor tersebut.

Tabel 8 menunjukkan bahwa bioavailabilitas fosfor tertinggi terdapat pada ukuran partikel nano 600 yaitu 25.33 %, sedangkan tingkat bioavailabilitas ukuran nano 300 dan bentuk serbuk cenderung sama yaitu masing-masing 21.63% dan 21.47 %. Berdasarkan uji korelasi menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara ukuran partikel dengan bioavailabilitas fosfor daun kelor.

### KESIMPULAN

Dari hasil Penentuan ukuran nano partikel dan waktu milling serbuk daun kelor didapatkan bahwa

lama waktu dalam proses pembuatan nano partikel tidak berpengaruh kepada ukuran nano partikel, semua proses dalam pembuatan nano partikel tergantung kepada jenis bahan yang dijadikan nano.

Dari hasil analisis proksimat didapatkan dalam bentuk (serbuk, dan nano partikel ) serbuk daun kelor didapatkan bahwa antara keduanya secara umum tidak terlalu berbeda nyata.

Hasil Analisis mineral dalam bentuk (serbuk, dan nano partikel ) serbuk daun kelor secara umum terjadi penurunan dalam jumlah kecuali kadar kalium terjadi peningkatan.

Hasil analisis Vitamin dalam bentuk (serbuk, dan nano partikel ) serbuk daun kelor secara umum terjadi penurunan dalam jumlah kecuali kadar vitamin K terjadi peningkatan.

Secara umum bahwa serbuk, dan nano partikel memiliki tingkat kelarutan yang tidak sempurna dan dapat disimpulkan bahwa semakin kecil ukuran dari suatu bahan maka akan semakin banyak terjadi penyerapannya pada mineral kalsium.

#### KE-10 STAKAAN

1. Anwar F, Ashraf M and Bhangar MI. Interprovenance variation in the composition of *Moringa oleifera* oilseeds from Pakistan. *J Am Oil Chem Soc*. 2005;82:45-51. JAOCS, Vol. 82, no. 1.
2. Krisnadi A. 2015. *Kelor Super Nutrisi*. Biora(ID): Pusat Informasi dan Pengembangan Tanaman Kelor Indonesia Lembaga Swadaya Masyarakat – Media Peduli Lingkungan (lsm-mepeling)
3. Suptijah P, Jacob AM dan Deviyanti A. 2012. Katarterisasi dan Bioavailabilitas Nano Kalsium Cabgkang udang Vanamei (*Litopenaeus vanamei*) *Jurnal Akuntika III* (I): 63-73
4. Gao H, chen H, Chen W, Tao F, Zheng Y, Jiang Y, Ruan H. 2007. Effect of nanometer pearl power on calcium absorption and utilization in rats. *Journal of Food Chemistry* 109: 493-498.
5. Sohaimy SAE, Hamad GM, Mohamed SE, AmarMH, Al-Hindi RR. 2015. Biochemical

and functional properties of Moringa oleiferaleaves and their potential as a functional food. *Global Advanced Research Journal of Agricultural Science*. 44(4); 188-199.

6. Winarno FG. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
7. Berdanier CD. 2002. *Handbook of Nutrition and Food*. Florida: CRC Press
8. Jongrungruangchok, Supawan Bunrathep and anapat Songsak 2010. *Nutrien and Mineral Content of eleven Different Sample of Moringa Oliefera Cultivated in Thailand shongsak J Health Res* 2010, 24(3): 123-127
9. Moyo B, Masika PJ, Hugo A, Muchenje V. 2011. Nutritional characterization of Moringa(Moringa oleifera Lam.) leaves. *African Journal of Biotechnology*. 10(60); 12925-12933.
10. Manzoor M, Anwar F, Iqbal, Bhnager MI. 2007. Physico-chemical characterization of Moringaconcanensis seeds and seed oil. *J Am Oil Chem Soc*. 84: 413-9.
11. Fahey JW. 2005. Moringa oleifera: A review of the medical evidence for its nutritional, therapeutic, and prophylactic properties. *Trees for Life Journal*. 1:5.
12. Burhanuddin WR. 2017. Pengaruh variasi pengolahan dan pemanasan ulang terhadap kandungan zat gizi dan bioavailabilitas mineral daun kelor. [Tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
13. Wenck DA, Baren M, Dewan SP. 1980. Nutrition. Virginia: Reston Publishing Company.
14. Almatsier S. 2010. *PrinsipDasarIlmuGizi*. Jakarta: PT GramediaPustakaUtama.
15. Yoga W, Hendriani R. 2014. Teknik peningkatan kelarutan obat. *Farmaka*. 4(4); 321-333.

# Pengaruh waktu milling dengan ukuran nano serbuk daun kelor

ORIGINALITY REPORT

# 25%

SIMILARITY INDEX

## PRIMARY SOURCES

1	<a href="http://ejournal.undip.ac.id">ejournal.undip.ac.id</a> Internet	153 words — 4%
2	<a href="http://www.fpik.unpad.ac.id">www.fpik.unpad.ac.id</a> Internet	105 words — 3%
3	<a href="http://www.scribd.com">www.scribd.com</a> Internet	87 words — 2%
4	<a href="http://repository.unand.ac.id">repository.unand.ac.id</a> Internet	62 words — 2%
5	<a href="http://repository.ipb.ac.id">repository.ipb.ac.id</a> Internet	49 words — 1%
6	<a href="http://journals.unpad.ac.id">journals.unpad.ac.id</a> Internet	48 words — 1%
7	<a href="http://kelorina.com">kelorina.com</a> Internet	31 words — 1%
8	Siti Munasari, Dwi Sandri, Jefriadi Jefriadi. "Daya Terima Panelis dan Karakterisasi Selai Kulit Pisang Kepok dengan Penambahan Pisang Ambon", Jurnal Teknologi Agro-Industri, 2018 Crossref	30 words — 1%
9	Mahan Romuald, Deigna-Mockey Viviane, Konan Ysidor, Coulibaly Adama, Assi Olivier, Sidibé Daouda, Biego Marius. "Evaluation of the Vitamin Contents of Palmyra (Borassus aethiopum M) New Shoots, Moringa (Moringa oleifera L) and Cowpea (Vigna unguiculata W) Flours Consumed in Côte	28 words — 1%

---

10	<a href="http://www.ijpcsonline.com">www.ijpcsonline.com</a> Internet	28 words — 1%
11	<a href="http://parmituak.blogspot.com">parmituak.blogspot.com</a> Internet	26 words — 1%
12	<a href="http://innspub.net">innspub.net</a> Internet	25 words — 1%
13	<a href="http://www.longdom.org">www.longdom.org</a> Internet	24 words — 1%
14	<a href="http://asmaradhani.blogspot.com">asmaradhani.blogspot.com</a> Internet	24 words — 1%
15	<a href="http://pdfs.semanticscholar.org">pdfs.semanticscholar.org</a> Internet	23 words — 1%
16	<a href="http://biosaintropis.unisma.ac.id">biosaintropis.unisma.ac.id</a> Internet	21 words — 1%
17	<a href="http://www.neliti.com">www.neliti.com</a> Internet	19 words — 1%
18	<a href="http://docobook.com">docobook.com</a> Internet	17 words — < 1%
19	<a href="http://docshare.tips">docshare.tips</a> Internet	17 words — < 1%
20	<a href="http://anthosusantho.wordpress.com">anthosusantho.wordpress.com</a> Internet	17 words — < 1%
21	<a href="http://jurnal.batan.go.id">jurnal.batan.go.id</a> Internet	14 words — < 1%
22	<a href="http://repository.unika.ac.id">repository.unika.ac.id</a> Internet	14 words — < 1%

---

23	<a href="http://repository.usu.ac.id">repository.usu.ac.id</a> Internet	14 words — < 1%
24	<a href="http://www.scienceasia.org">www.scienceasia.org</a> Internet	11 words — < 1%
25	<a href="http://pt.scribd.com">pt.scribd.com</a> Internet	11 words — < 1%
26	<a href="http://www.dietsehat.web.id">www.dietsehat.web.id</a> Internet	11 words — < 1%
27	<a href="http://astrididham.blogspot.com">astrididham.blogspot.com</a> Internet	9 words — < 1%
28	<a href="http://repository.unib.ac.id">repository.unib.ac.id</a> Internet	8 words — < 1%
29	<a href="http://docplayer.info">docplayer.info</a> Internet	8 words — < 1%
30	<a href="http://citramokolomban.blogspot.com">citramokolomban.blogspot.com</a> Internet	8 words — < 1%
31	<a href="http://id.123dok.com">id.123dok.com</a> Internet	8 words — < 1%
32	Putu Lakustini Cahyaningrum. "ANALISIS PROKSIMAT SERBUK INSTAN KOMBINASI RIMPANG TEMULAWAK ( <i>Curcuma Xanthorrhiza</i> Roxb.) DAN DAUN ANTING-ANTING ( <i>Acalypha indica</i> L.)", Widya Kesehatan, 2020 Crossref	8 words — < 1%

EXCLUDE QUOTES OFF  
EXCLUDE BIBLIOGRAPHY ON

EXCLUDE MATCHES OFF