

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Daun Kelor (*Moringa oleifera*)

1. Taksonomi



Gambar 1. Daun kelor (*Moringa oleifera*)

<https://sulselekspres.com/wp-content/uploads/2019/02/daun-kelor.jpg>

Klasifikasi daun kelor (*Moringa oleifera*)

Kingdom : *Plantae*

Divisi : *Magnoliophyta*

Class : *Magnoliopsida*

Ordo : *Brassicales*

Familia : *Moringaceae*

Genus : *Moringa*

Spesies : *Moringa oleifera* Lamk. (Nugrahani *et al.* 2021).

2. Morfologi

Daun kelor memiliki susunan bersirip tidak sempurna dan berukuran relatif kecil.

Bentuk keseluruhan daunnya oval atau bulat telur, dengan ukuran yang hanya sebesar ujung jari. Setiap helaian anak daunnya menunjukkan karakteristik yang

lebih spesifik, yaitu berwarna hijau hingga hijau kecokelatan dan memiliki bentuk bundar telur atau bundar telur terbalik. Ukuran helaian daun ini berkisar antara 1 - 3 cm untuk panjangnya, dan 4 mm - 1 cm untuk lebarnya. Bagian ujung daunnya tumpul, sedangkan pangkalnya membulat, dan tepi daunnya rata tanpa gerigi, menciptakan ciri khas visual yang mudah dikenali dari tanaman ini (Badan POM 2016).

B. Kandungan Nutrisi Bubuk Daun Kelor (*Moringa oleifera*)

Daun kelor berasal dari tanaman moringa dan telah banyak dipelajari nilai gizinya serta manfaat kesehatannya. Daun ini mengandung kalsium, zat besi, protein, dan vitamin A, B, dan C, dengan kandungan nutrisi yang lebih tinggi daripada kebanyakan sayuran lainnya, mencapai sekitar 17,2 mg/100 g. Daun ini juga menawarkan berbagai macam asam amino, termasuk asam aspartat, asam glutamat, alanin, valin, leusin, isoleusin, histidin, lisin, arginin, fenilalanin, triptofan, sistein, dan metionin. Penelitian lebih lanjut menunjukkan bahwa daun kelor memiliki sifat antioksidan dan antimikroba yang kuat, berkat kandungan asam askorbat, flavonoid, senyawa fenolik, dan karotenoid di dalamnya (Mu'Nisa 2023).

Tabel 1. Kandungan nutrisi bubuk daun kelor

Komponen gizi	Bubuk daun kelor
Kandungan air (%)	7,50
Kalori (cal)	7,50
Protein (g)	27,1
Lemak (g)	2,3
Karbohidrat (g)	38,2
Serat (g)	19,5
Mineral (g)	-
Kalsium (mg)	2003,0
Magnesium (mg)	368,0
Fospor (mg)	204,0
Potassium (mg)	1324,0
Copper (mg)	0,6
Zat Besi (mg)	29,2
Asam oksalat (mg)	0,0
Sulfur (mg)	870,0

Sumber : (Ainiah 2022)

C. Selai

Selai adalah produk yang terbuat dari buah dan sayuran yang dihaluskan, dimasak, dan dicampur dengan gula, dengan atau tanpa tambahan air. Secara fisik, selai yang ideal memiliki tekstur lembut dan warna cemerlang yang mencerminkan bahan bakunya. Proses pembentukan struktur selai ini terjadi karena adanya interaksi antara pengemulsi, pemanis dan pengawet yang membentuk jaringan gel kuat, sehingga selai tetap stabil dan tidak mengeluarkan cairan saat disimpan (Sembiring *et al.* 2023).

Selai berkualitas tinggi harus memenuhi persyaratan tertentu untuk memastikan produk tersebut andal, memuaskan konsumen, dan bernilai ekonomis. Standar untuk selai berkualitas unggul mencakup konsistensi yang tepat, warna yang menarik, distribusi bahan yang merata, tekstur yang lembut, dan cita rasa alami, serta bebas dari sineresis (pelepasan air dari gel) dan kristalisasi selama penyimpanan. Persyaratan

untuk produk selai berkualitas utama ini didasarkan pada standar mutu yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI) (Liem *et al.* 2020).

Proses pembuatan selai ini mengharuskan penerapan metode produksi khusus untuk menghasilkan produk yang diinginkan. Salah satu faktor penting yang perlu diperhatikan selama proses produksi adalah suhu pemasakan (Sembiring *et al.* 2023). Menurut Udayana *et al.* (2024), tahapan proses ini meliputi penyiapan dan pencampuran bahan baku. Setelah dicampur, campuran tersebut dimasak pada suhu 60°C dengan penambahan pemanis, pengemulsi, dan pengawet. Tahap akhir proses ini adalah pengisian produk ke dalam wadah yang telah disterilkan sebelumnya.

Tabel 2. Syarat mutu selai

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Keadaan		
	Aroma	-	Normal
	Warna	-	Normal
	Rasa	-	Normal
2.	Serat buah/sayuran	-	Positif
3.	Padatan terlarut	% fraksi massa	Min. 65
4.	Cemaran logam		
	Timah (Sn)*	mg/kg	Maks. 250,0*
5.	Cemaran arsen (As)	mg/kg	Maks. 1,0
6.	Cemaran mikroba		
	Angka lempeng total	Koloni/g	Maks. 1×10^3
	Bakteri coliform	AMP/g	<3
	Staphylococcus aureus	Koloni/g	Maks. 2×10^1
	Clostridium sp.	Koloni/g	<10
	Kapang/khamir	Koloni/g	Maks. 5×10^1

Sumber: (Liem *et al.* 2020)

D. Formulasi

Menurut KBBI, formulasi merujuk pada tindakan merumuskan, sedangkan kata kerja memformulasikan berarti merumuskan atau menyusun sesuatu ke dalam bentuk yang

tepat. Beberapa faktor harus diperhatikan saat memformulasikan selai khususnya, selai harus memiliki konsistensi yang tepat, tidak terlalu encer seperti sirup maupun terlalu padat atau kenyal.

Bahan-bahan tambahan yang digunakan dalam formulasi selai coklat dipilih berdasarkan fungsinya masing-masing, sebagai berikut:

1. Bubuk kakao

Bubuk kakao merupakan produk olahan yang berasal dari biji kakao (*Theobroma cacao L.*) yang telah melalui proses fermentasi, pengeringan, penyangraian, dan penghilangan lemak kakao. Berbentuk serbuk halus berwarna coklat tua, memiliki aroma khas kakao yang kuat, dan rasa yang cenderung pahit. Dalam formulasi selai, range konsentrasi bubuk kakao sebesar 10% - 30%, yang berfungsi sebagai pemberi aroma, pemberi warna alami, serta penambah cita rasa utama yang dapat menyeimbangkan rasa langu dari bubuk daun kelor (Wibawa 2021).

2. Gula halus

Gula halus adalah kristal sukrosa yang telah mengalami penggilingan hingga mencapai ukuran partikel yang sangat kecil. Dalam formulasi coklat dan selai, penggunaan gula dalam bentuk halus sangat krusial untuk mencegah tekstur kasar atau berpasir pada lidah. Range konsentrasi gula halus dalam formulasi ini ditetapkan secara konstan sebesar 10% - 20% berfungsi sebagai pemanis utama sekaligus agen pengisi (*bulking agent*) yang memengaruhi sifat reologi dan kepadatan produk, memastikan sensasi mulut (*mouthfeel*) yang lembut dan halus (Nurani 2020).

3. Susu bubuk

Susu bubuk berwarna putih kekuningan dengan aroma gurih khas susu, range konsentrasi susu bubuk ditetapkan sebesar 5% – 15% bahan ini berfungsi untuk memberikan efek *creamy*, meningkatkan kelembutan tekstur, dan memitigasi rasa pahit yang terlalu kuat dari kakao. Secara teknis, kandungan kasein dalam susu bubuk berperan sebagai pengemulsi alami yang membantu menstabilkan fase lemak dan padatan dalam sistem emulsi produk, sehingga menghasilkan struktur yang lebih kokoh dan homogen (Manik *et al.* 2025).

4. Kacang mete

Kacang mete adalah biji dari tanaman jambu monyet (*Anacardium occidentale* L.) yang telah dikupas kulit bijinya dan dikeringkan. Berwarna putih krem, memiliki tekstur yang renyah setelah disangrai, serta cita rasa gurih dan sedikit manis yang khas. Dalam formulasi produk olesan (selai), range konsentrasi kacang mete berada pada 20% – 40% kacang mete berfungsi sebagai sumber lemak nabati dan protein yang memberikan karakteristik *creamy* serta meningkatkan kepadatan nutrisi. Secara fungsional, lemak tak jenuh pada mete membantu memperbaiki profil sensoris produk sehingga memberikan sensasi leleh yang baik di mulut (*mouthfeel*), sekaligus bertindak sebagai pengikat bagi komponen padat lainnya (Mahartini *et al.* 2021).

5. VCO

Virgin Coconut Oil (VCO) adalah minyak nabati yang diekstraksi dari santan kelapa segar melalui proses mekanis atau alami tanpa pemanasan suhu tinggi.

Berbentuk cairan bening pada suhu di atas 24°C dan berubah menjadi padatan putih pada suhu dingin, memiliki aroma kelapa segar yang lembut. Dalam pembuatan selai, range konsentrasi VCO ditetapkan secara konstan sebesar 5% - 15% VCO berperan sebagai pengganti sebagian lemak kakao untuk memberikan kilau (*glossy*) pada produk dan memodifikasi tekstur agar lebih lunak. Selain itu, kandungan asam laurat dalam VCO memberikan nilai fungsional sebagai agen antimikroba alami yang dapat membantu memperpanjang masa simpan produk (Kurniaditya *et al.* 2025).

6. GMS

Glyceryl Monostearate (GMS) adalah senyawa organik yang berasal dari gliserol dan asam stearat, umumnya berbentuk bubuk kristal berwarna putih, tidak berbau, dan memiliki sifat higroskopis ringan. Range konsentrasi GMS digunakan sebanyak 0,1% - 3% yang berfungsi sebagai emulsi (*emulsifier*) non-ionik yang krusial dalam menstabilkan campuran antara fase lemak (VCO dan kacang mete) dengan fase air atau padatan (bubuk kakao dan gula). Penggunaan GMS bertujuan untuk mencegah terjadinya pemisahan lemak (*oil separation*) dan pembentukan kristal lemak kasar selama penyimpanan, sehingga produk tetap homogen, stabil, dan memiliki tekstur oles yang lembut secara konsisten (Mela dan Bintang 2021).

E. Antioksidan

Antioksidan bekerja dengan mendonasikan atom hidrogen untuk menetralkan radikal bebas. Zat-zat ini bahkan pada konsentrasi rendah dibandingkan dengan substrat yang dapat teroksidasi mampu menunda atau menghambat oksidasi substrat

tersebut. Antioksidan membantu mencegah kerusakan sel yang disebabkan oleh radikal bebas, yang memainkan peran kunci dalam perkembangan penyakit umum seperti aterosklerosis, gagal ginjal kronis, dan diabetes melitus. Tubuh memiliki mekanisme untuk mencegah dan menetralkan radikal bebas yang dapat memicu kerusakan sel melalui antioksidan endogen seperti enzim *superoksida dismutase* (SOD), *glutathione reductase* (GRD), *glutathione peroxidase* (GPX), dan *katalase* (CAT). Kadar antioksidan yang memadai harus tersedia di dalam tubuh untuk menetralkan efek radikal bebas. Ketika terjadi peningkatan radikal bebas secara berlebihan, diperlukan antioksidan eksogen (dari luar). Antioksidan eksogen dapat diperoleh dari sumber makanan.

Antioksidan eksogen umumnya terbagi menjadi dua kategori utama: alami dan sintetis. Contoh sintetis meliputi *tert-butil hidrokinon* (TBHQ), *butil hidroksitoluena* (BHT), *butil hidroksianisol* (BHA), dan *propil galat* (PG). Di beberapa negara, penggunaan antioksidan sintetis diatur berdasarkan keamanan senyawa yang ditentukan melalui studi toksisitas jangka panjang. Oleh karena itu, antioksidan alami kini sedang dikembangkan untuk meminimalkan penggunaan antioksidan sintetis. Antioksidan alami ditemukan dalam berbagai sumber, termasuk tumbuhan, mikroorganisme, jamur, dan jaringan hewan. Sebagian besar antioksidan alami merupakan senyawa fenolik, dengan flavonoid dan asam fenolik sebagai kelompok yang paling penting. Mekanisme pertahanan terhadap oksidan diklasifikasikan menjadi tiga jenis: primer, sekunder, dan tersier.

Mekanisme pertahanan primer bekerja berdasarkan prinsip netralisasi radikal bebas melalui donasi elektron kepada molekul reaktif. Contoh antioksidan jenis ini meliputi tokoferol, asam askorbat, dan flavonoid. Mekanisme pertahanan sekunder bekerja dengan cara mengikat logam dan mengisolasi logam transisi yang dapat memicu pembentukan radikal bebas; contoh antioksidan ini meliputi albumin dan transferin. Mekanisme pertahanan tersier berfungsi mencegah akumulasi biomolekul untuk menghindari kerusakan lebih lanjut misalnya, melalui perbaikan DNA yang rusak oleh metionin reduktase dan pemrosesan protein teroksidasi oleh enzim proteolitik (Mu'Nisa 2023).

Tabel 3. Nilai kekuatan antioksidan AAI

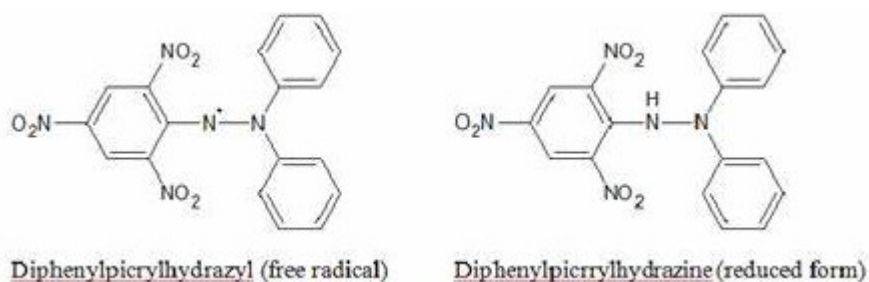
Intensitas	Nilai AAI
Lemah	<0,5
Sedang	0,5-1,0
Kuat	1,0 – 2,0
Sangat Kuat	>2,0

Sumber: (Mamay *et al.* 2022)

F. DPPH

Aktivitas antioksidan dapat diuji secara *in vitro* menggunakan metode DPPH. Uji DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) bekerja dengan menggunakan DPPH sebagai radikal bebas stabil untuk mengukur aktivitas antioksidan. Metode ini menilai aktivitas antioksidan berdasarkan kemampuan senyawa dalam menangkap radikal bebas dan memfasilitasi transfer elektron. Awalnya, larutan DPPH berwarna ungu tua menunjukkan absorbansi pada panjang gelombang 517 nm. Namun, setelah mengalami reduksi senyawa ini berubah menjadi *difenilpikrilhidrazin* yang menyebabkan

warnanya memudar menjadi kuning, dengan nilai absorbansi yang berkorelasi dengan jumlah elektron yang diterima. Metode DPPH dipilih karena kesederhanaannya, kemudahan penggunaan, kecepatan, sensitivitas, dan kebutuhan volume sampel yang kecil (Asrifaturofingah *et al.* 2024). Mekanismenya melibatkan reaksi antara senyawa antioksidan dan radikal DPPH melalui donor atom hidrogen, yang mengakibatkan pudarnya warna DPPH dari ungu menjadi kuning, yang kemudian diukur pada panjang gelombang 517 nm. Aktivitas antioksidan dapat diuji secara *in vitro* menggunakan metode DPPH (Devi *et al.* 2023).



Gambar 2. Struktur mekanisme DPPH

Struktur yang ditampilkan di atas mengilustrasikan mekanisme dimana radikal DPPH mengikat atom hidrogen dari antioksidan, sehingga mengubahnya menjadi bentuk non-radikal. Uji berbasis DPPH mengukur aktivitas antioksidan terhadap radikal bebas melalui nilai IC₅₀ (Konsentrasi Penghambat 50%). Hasilnya harus dibandingkan dengan senyawa referensi yang dikenal memiliki aktivitas antioksidan yang kuat, seperti Quercetin.

Nilai IC₅₀ mewakili konsentrasi sampel (dalam ppm) yang dibutuhkan untuk menghambat 50% radikal bebas. Nilai IC₅₀ yang lebih rendah berarti aktivitas

antioksidan yang lebih kuat. Aktivitas antioksidan suatu senyawa dapat diklasifikasikan berdasarkan nilai IC_{50} yang diperoleh (Asrifaturofingah *et al.* 2024).

Tabel 4. Nilai kekuatan antioksidan IC_{50}

Intensitas	Rentang Nilai IC_{50}
Sangat Kuat	<50
Kuat	50-100
Sedang	100-150
lemah	150-200
Sangat Lemah	>200

Sumber: (Noer *et al.* 2025)

G. Spektrofotometer UV-VIS

Spektrofotometer UV-Vis adalah teknik analitik yang mengukur seberapa banyak sinar ultraviolet dan sinar tampak yang diserap oleh suatu sampel. Pada prinsipnya, energi cahaya memicu eksitasi elektron pada kulit terluar molekul atau ion ke tingkat energi yang lebih tinggi. Meskipun spektrum yang dihasilkan cenderung lebar dan memberikan informasi terbatas mengenai struktur molekul yang spesifik, teknik ini sangat efektif untuk analisis kualitatif maupun kuantitatif.

Analisis kualitatif dilakukan dengan mengidentifikasi puncak absorbansi pada panjang gelombang tertentu yang menjadi ciri khas suatu senyawa. Analisis kuantitatif mengikuti hukum Lambert-Beer. Hukum ini menyatakan bahwa ketika cahaya monokromatik melewati medium transparan, absorbansi berbanding lurus dengan konsentrasi zat dan panjang lintasan larutan. Dalam praktiknya, intensitas cahaya yang diteruskan berkurang seiring dengan meningkatnya konsentrasi analit dalam sampel (Suhartati 2013).