



Jurnal Pharmacia Mandala Waluya Vol.5 No.3

ISSN : 2829-6850

<https://jurnal-pharmaconmw.com/jpmw/index.php/jpmw>

DOI : <https://doi.org/10.54883/jpmw.v5i3.682>



Evaluasi Kadar Protein Proses Produksi Protein Bar Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) Dengan Metode Kjeldahl

Inggria Eka Pawestri*, Nawafila Februyani, AINU Zuhriyah

Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri Bojonegoro

ABSTRAK

Daun kelor (*Moringa oleifera* L.) merupakan tanaman lokal yang kaya protein dan berpotensi dikembangkan sebagai pangan fungsional. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan kadar protein pada serbuk daun kelor dan produk protein bar berbasis daun kelor menggunakan metode Kjeldahl. Penelitian menggunakan desain eksperimental laboratorium dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor, yaitu konsentrasi serbuk daun kelor pada formulasi protein bar yang terdiri atas F0 (0%), F1 (10%), F2 (15%), dan F3 (20%) dengan tiga kali replikasi. Analisis kadar protein dilakukan melalui tahapan destruksi, destilasi, dan titrasi metode Kjeldahl, kemudian data dianalisis menggunakan uji One-Way ANOVA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa serbuk daun kelor memiliki kadar nitrogen sebesar 3,17% dan kadar protein sebesar 19,82%. Pada protein bar, kadar protein meningkat seiring penambahan konsentrasi serbuk daun kelor, yaitu F0 sebesar 7,12%, F1 sebesar 8,2%, F2 sebesar 8,61%, dan F3 sebesar 9,14%. Hasil organoleptik menunjukkan bahwa penambahan serbuk daun kelor memengaruhi warna dan aroma produk, namun tidak memengaruhi tekstur. Uji normalitas menunjukkan data berdistribusi normal, sedangkan uji homogenitas menunjukkan data tidak homogen sehingga analisis lanjut menggunakan metode Games-Howell. Hasil uji One-Way ANOVA menunjukkan adanya perbedaan signifikan antar perlakuan ($p < 0,05$). Berdasarkan hasil penelitian, penambahan serbuk daun kelor terbukti meningkatkan kadar protein protein bar dan berpotensi dikembangkan sebagai pangan fungsional tinggi protein berbasis bahan lokal.

Kata Kunci: daun kelor, protein bar, metode Kjeldahl, kadar protein, pangan fungsional.

Evaluation of Protein Content in the Moringa (*Moringa oleifera* L.) Leaf Protein Bar Production Process Using the Kjeldahl Method

ABSTRACT

Moringa oleifera L. is a local plant rich in protein and has the potential to be developed as a functional food. This study aims to analyze and compare the protein content of moringa leaf powder and moringa leaf-based protein bar products using the Kjeldahl method. The study used a laboratory experimental design with a completely randomized design (CRD) with one factor, namely the concentration of moringa leaf powder in the protein bar formulation consisting of F0 (0%), F1 (10%), F2 (15%), and F3 (20%) with three replications. Analysis of protein content was carried out through the stages of destruction, distillation, and titration of the Kjeldahl method, then the data were analyzed using the One-Way ANOVA test. The results showed that moringa leaf powder had a nitrogen content of 3.17% and a protein content of 19.82%. In protein bars, protein content increased with increasing concentration of moringa leaf powder, namely F0 of 7.12%, F1 of 8.2%, F2 of 8.61%, and F3 of 9.14%. Organoleptic results showed that the addition of moringa leaf powder affected the color and aroma of the product, but not the texture. A normality test showed a normally distributed data, while a homogeneity test indicated non-homogeneity, requiring further analysis using the Games-Howell method. One-Way ANOVA results showed a significant difference between treatments ($p < 0.05$). Based on the results, the addition of moringa leaf powder increased the protein content of the protein bar and has the potential to be developed as a high-protein functional food based on local ingredients.

Keywords: moringa leaf, protein bar, Kjeldahl method, protein content, functional food.

Penulis Korespondensi :

Inggria Eka Pawestri

Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri Bojonegoro

E-mail : inggriaajaa@gmail.com

No. Hp : +62 821-3127-1239

Info Artikel :

Submitted : 24 April 2026

Revised : 16 Mei 2026

Accepted : 28 Juni 2026

Published : 29 Juni 2026

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki potensi sumber daya alam yang melimpah, baik dari hewan maupun tumbuhan, yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber pangan dan obat. Salah satu tanaman yang banyak digunakan masyarakat sebagai bahan pangan dan ramuan herbal adalah kelor (*Moringa oleifera* L.). Tanaman ini kaya nutrisi, meliputi protein, vitamin, mineral, serta senyawa antioksidan. Namun, pemanfaatan daun kelor (*Moringa oleifera* L.) di masyarakat masih terbatas, umumnya hanya sebagai sayur bening atau obat tradisional sederhana, sehingga potensi gizi dan aplikasinya belum optimal. Sedangkan, secara global, kelor telah dikembangkan secara luas karena hampir seluruh bagian tanaman daun, buah, biji, bunga, kulit batang, hingga akar dapat dimanfaatkan secara maksimal untuk mendukung pemenuhan gizi dan peningkatan kesehatan masyarakat (Angelina, 2021).

Pengolahan daun kelor menjadi bentuk serbuk terbukti meningkatkan konsentrasi zat gizi, terutama kandungan zat besi yang meningkat dari 7 mg pada daun segar menjadi 28,2 mg pada tepung. Hal ini menunjukkan bahwa daun kelor memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai produk pangan fungsional (Priyas, 2022).

Kesesuaian daun kelor sebagai bahan protein bar juga dipengaruhi oleh karakteristik fungsional proteinnya, seperti kemampuan menahan air, sifat emulsifying, serta potensi pembentukan gel, yang turut membentuk tekstur pada produk pangan berbentuk padat (Mitharwal *et al.*, 2024). Pada formulasi protein bar, protein tidak hanya berperan sebagai sumber nutrisi, melainkan juga menentukan kekerasan produk ketika dicampur dengan bahan pengikat seperti madu atau sirup glukosa.

Seiring dengan perubahan pola konsumsi masyarakat modern yang cenderung memilih makanan praktis dan bergizi, salah satu produk yang berkembang adalah protein bar. Produk ini digemari karena praktis, memiliki umur simpan panjang, serta mengandung energi dan protein yang cukup tinggi. Protein bar dikonsumsi oleh berbagai kelompok usia, mulai dari anak-anak hingga dewasa, sebagai camilan sehat sekaligus alternatif sumber energi dan protein untuk mendukung aktivitas harian dan kebutuhan nutrisi (Saranani *et al.*, 2023).

Sebagian besar produk protein bar di pasaran masih menggunakan bahan baku impor seperti gandum, oat, dan whey protein, sehingga pemanfaatan bahan lokal belum optimal. Oleh karena itu, pemanfaatan daun kelor sebagai alternatif bahan dasar protein bar menjadi strategi yang tepat, mengingat ketersediaannya melimpah, harga relatif terjangkau, serta memiliki nilai nutrisi yang kompetitif. Pengembangan protein bar berbasis daun kelor diharapkan dapat meningkatkan nilai tambah bahan lokal, mengurangi ketergantungan terhadap bahan impor, serta menjadi inovasi dalam memperluas pemanfaatan kelor pada produk pangan modern.

Meskipun telah banyak penelitian mengenai pengembangan snack bar atau protein bar berbasis bahan lokal, kajian yang secara khusus memanfaatkan daun kelor sebagai sumber protein utama masih terbatas. Penelitian oleh Mawarno dan Putri (2022), misalnya, menggunakan bahan lokal seperti tepung beras, tepung kedelai, dan tepung tempe sebagai sumber protein dalam snack bar. Sementara itu, penelitian (Puspaningrum *et al.*, 2019) menunjukkan bahwa penambahan tepung daun kelor dapat meningkatkan nilai gizi snack bar. Namun,

sebagian besar penelitian tersebut hanya mengevaluasi kadar protein pada produk akhir tanpa membandingkannya dengan kadar protein bahan baku awal. Sedangkan, proses pengolahan pangan seperti pencampuran, pemanasan, dan pembentukan dapat memengaruhi kandungan protein melalui denaturasi, reaksi Maillard, atau perubahan nitrogen total yang berdampak pada nilai protein aktual (Puyanda *et al.*, 2023).

Dengan begitu, Metode Kjeldahl sangat tepat diterapkan untuk menganalisis kadar protein pada bahan baku maupun produk jadi. Karena kadar protein bahan baku tidak dapat diasumsikan sama dengan kadar protein pada produk akhir (Sumbono, 2021). Dengan demikian, diperlukan penelitian untuk menganalisis dan membandingkan kadar protein pada bahan baku berupa serbuk daun kelor dan produk akhir protein bar berbasis daun kelor menggunakan metode Kjeldahl.

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh proses formulasi dan pengolahan terhadap stabilitas kandungan protein, sehingga tidak hanya berfokus pada pengembangan produk protein bar, tetapi juga mengevaluasi perubahan kadar protein dari bahan awal hingga produk akhir. Kebaruan dalam penelitian ini terletak pada analisis perbandingan kadar protein tersebut sebagai dasar ilmiah dalam pengembangan pangan fungsional tinggi protein berbasis bahan lokal yang bernilai gizi dan ekonomis.

METODE

Desain dan jenis penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan desain eksperimental laboratorium menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor, yaitu faktor konsentrasi daun kelor dalam formulasi protein bar. Perlakuan terdiri atas F0 (0%), F1 (10%), F2 (15%), dan F3 (20%), dengan setiap

satuan percobaan berupa sampel protein bar dari masing-masing formulasi yang dibuat dan diuji secara terpisah sebanyak tiga kali replikasi. Kadar protein dianalisis menggunakan metode Kjeldahl dan data diuji secara statistik menggunakan One-Way ANOVA pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$), dilanjutkan uji Post Hoc apabila terdapat perbedaan bermakna.

Sampel dan populasi penelitian

Populasi penelitian adalah daun kelor (*Moringa oleifera* L.) dari Kelurahan Karang, Tuban. Sampel meliputi tepung daun kelor dan protein bar hasil formulasi, yang dibuat melalui pengeringan, penggilingan, dan pemanggangan, kemudian dianalisis kadar proteinnya dengan metode Kjeldahl.

Variabel dan definisi operasional penelitian

Variabel bebas meliputi jenis sampel (serbuk daun kelor dan protein bar) serta perbedaan formulasi (F0 0%, F1 10%, F2 15%, F3 20%). Variabel terikat adalah kadar protein (%) yang dianalisis dengan metode Kjeldahl. Variabel terkontrol mencakup berat sampel, suhu dan waktu pengeringan, proses pembuatan protein bar, serta kondisi pengujian. Definisi operasional dari penelitian ini yaitu Serbuk daun kelor diperoleh dari pengeringan, penggilingan, dan pengayakan daun segar. Protein bar dibuat dari pencampuran tepung kelor dengan bahan lain, lalu dicetak dan dipanaskan. Kadar protein dianalisis dengan metode Kjeldahl, dan dibandingkan antara bahan awal dan produk jadi untuk melihat perubahannya.

Alat dan bahan penelitian

Penelitian ini menggunakan peralatan pengolahan sampel seperti oven, blender, ayakan, timbangan, serta cetakan protein bar; perangkat analisis Kjeldahl meliputi alat destruksi, destilasi, dan titrasi; peralatan gelas seperti erlenmeyer, gelas beker, gelas ukur,

dan pipet; serta alat pendukung seperti spatula, kertas saring, sarung tangan, dan termometer. Bahan penelitian meliputi daun kelor sebagai bahan utama dan bahan tambahan protein bar seperti oat, madu, minyak kelapa, rice krispy, dan lesitin. Analisis protein metode Kjeldahl menggunakan reagen seperti H_2SO_4 , $CuSO_4$, K_2SO_4 , $NaOH$, larutan penangkap, Zn , dan HCl , serta aquadest, aluminium foil, dan wadah tertutup sebagai bahan pendukung.

Determinasi

Determinasi tanaman dilakukan di UPT laboratorium Herbal Materia Medika Batu

Preparasi sampel

Daun kelor segar 2 kg disortasi, dicuci, dan dikeringkan pada suhu $40-50^{\circ}C$ hingga kering, kemudian disortasi kembali, digiling, dan diayak (mesh 80) hingga menjadi serbuk halus, lalu disimpan dalam wadah kedap udara.

Evaluasi kadar protein bahan awal (serbuk daun kelor) dengan metode kjeldahl

Metode Kjeldahl, yang terdiri dari tiga fase dasar, digunakan untuk mengevaluasi kandungan protein bubuk daun Moringa dalam tiga kali pengulangan. Langkah pertama adalah destruksi, yang melibatkan penambahan K_2SO_4 , $CuSO_4$, dan H_2SO_4 pekat ke dalam labu Kjeldahl yang berisi sekitar 1 g sampel. Labu kemudian dipanaskan hingga larutan menjadi jernih, biru jernih, atau hijau jernih, yang menunjukkan bahwa prosedur destruksi berhasil, dan kemudian didinginkan.

Tahap kedua adalah destilasi, di mana hasil destruksi ditambahkan $NaOH$ untuk membebaskan amonia (NH_3), kemudian didestilasi dan ditangkap dalam larutan asam. Hasil sesuai menunjukkan warna pink muda beberapa detik kemudian berubah menjadi jernih. Tahap ketiga adalah titrasi, yaitu destilat dititrasi menggunakan $NaOH$ 0,1 N hingga terjadi perubahan warna indikator menjadi pink muda, lalu volumenya digunakan untuk perhitungan (Sylvia *et al.*, 2021). Perhitungan kadar nitrogen dilakukan dengan rumus berikut:

$$\text{Kadar N} = \frac{(\text{ml NaOH sampel} - \text{ml NaOH blanko}) \times N \text{ NaOH} \times 14.008 \times 100\%}{\text{Gram sampel} \times 1000}$$

Rumus perhitungan kadar protein :

Kadar protein (%) = Kadar Nitrogen x Faktor Konversi

Keterangan : Faktor konversi yaitu 6,25

Formulasi protein bar berbasis daun kelor

Protein bar diformulasikan dari serbuk daun kelor, oat, rice krispy, madu, minyak kelapa, lesitin, dan garam sesuai perlakuan

(F0–F3), melalui pencampuran kering dan basah hingga homogen.

Adonan kemudian dicetak, dipadatkan, dan dipanggang pada $150-170^{\circ}C$ selama 10–15 menit, didinginkan, dipotong (± 25 g), lalu disimpan sebelum analisis kadar protein metode Kjeldahl. Berikut tabel formulasi (F0–F3)

Tabel 1. Komposisi Formulasi Snack Bar F0 0%

No	Komposisi	g
1	Serbuk Daun Kelor	0 g
2	<i>Rolled Oat</i>	11,5g
3	<i>Rice Krispy</i>	7 g
4	Madu	8 g
5	<i>Coconut Oil</i>	1 g
6	Lesitin Kedelai	0,3 g
7	Garam	0,2 g
Total		25 g

Tabel 2. Komposisi Formulasi Snack Bar F1 10%

No	Komposisi	g
1	Serbuk Daun Kelor	2,5 g
2	<i>Rolled Oat</i>	10 g
3	<i>Rice Krispy</i>	6 g
4	Madu	5 g
5	<i>Coconut Oil</i>	1 g
6	Lesitin Kedelai	0,3 g
7	Garam	0,2 g
Total		25 g

Tabel 3. Komposisi Formulasi *Snack Bar* F2 15%

No	Komposisi	g
1	Serbuk Daun Kelor	3,50 g
2	<i>Rolled Oat</i>	9 g
3	<i>Rice Krispy</i>	6 g
4	Madu	5 g
5	<i>Coconut Oil</i>	1 g
6	Lesitin Kedelai	0,3 g
7	Garam	0,2 g
Total		25 g

Tabel 1. Komposisi Formulasi Snack Bar F3 20%

No	Komposisi	g
1	Serbuk Daun Kelor	4,5 g
2	<i>Rolled Oat</i>	8 g
3	<i>Rice Krispy</i>	6 g
4	Madu	5 g
5	<i>Coconut Oil</i>	1 g
6	Lesitin Kedelai	0,3 g
7	Garam	0,2 g
Total		25 g

Evaluasi Kadar Protein Produk Jadi (Proten Bar) Dengan Metode Kjeldahl

Evaluasi kadar protein pada produk akhir (protein bar) dilakukan dengan metode Kjeldahl yang meliputi tiga tahap, yaitu destruksi, destilasi, dan titrasi. Sebelum analisis, sampel dihancurkan hingga menjadi serbuk halus agar proses berlangsung optimal. K_2SO_4 , $CuSO_4$, dan H_2SO_4 pekat ditambahkan ke sekitar 1 g sampel dalam labu Kjeldahl selama tahap destruksi. Campuran kemudian dipanaskan hingga jernih, biru jernih, atau hijau jernih sebelum didinginkan. NaOH

ditambahkan selama tahap destilasi untuk melepaskan amonia (NH_3), yang kemudian dikumpulkan dalam larutan asam.

Beberapa detik kemudian, hasil yang tepat menunjukkan warna merah muda cerah yang berubah menjadi jernih. Distilat kemudian dititrasi menggunakan NaOH 0,1 N hingga warna indikator berubah menjadi merah muda pucat, pada titik ini volume digunakan untuk perhitungan (Sylvia *et al.*, 2021). Perhitungan kadar nitrogen dilakukan dengan rumus berikut:

$$\text{Kadar N} = \frac{(\text{ml NaOH sampel} - \text{ml NaOH blanko}) \times N \text{ NaOH} \times 14.008 \times 100\%}{\text{Gram sampel} \times 1000}$$

Rumus perhitungan kadar protein :

Kadar protein (%) = Kadar Nitrogen x Faktor Konversi

Keterangan : Faktor konversi yaitu 6,25

ANALISIS DATA

Dengan menggunakan SPSS, analisis deskriptif dan statistik data kandungan protein pada bahan baku (bubuk daun moringa) dan produk jadi (batang protein) dilakukan. Untuk memastikan perbedaan antar perlakuan, digunakan uji statistik One-Way ANOVA dengan tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$). Uji Post Hoc digunakan untuk menentukan kelompok mana yang berbeda secara signifikan jika nilai signifikansi (p-value) kurang dari 0,05. Sebaliknya, jika p-value lebih besar

dari 0,05, kandungan protein pada perlakuan tidak berbeda secara signifikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Preparasi sampel

Proses pengolahan daun kelor diawali dengan sortasi basah terhadap 2 kg bahan segar untuk memisahkan daun dari ranting, kotoran, serta daun yang rusak, menguning, atau tercemar. Menurut (Handoyo & M., 2020), sortasi perlu dilakukan segera setelah panen untuk mencegah fermentasi alami dan kontaminasi mikroba yang dapat merusak komposisi kimia daun. Daun kemudian dicuci, ditiriskan, dan dikeringkan menggunakan oven suhu 40–50°C guna menjaga stabilitas senyawa aktif.



Gambar 1. Pengovenan Daun Kelor

Setelah itu dilakukan sortasi kering, kemudian simplisia digiling dan diayak menggunakan mesh 80 agar diperoleh ukuran partikel yang seragam sehingga mendukung

efisiensi ekstraksi dan konsistensi analisis. Hasil akhir diperoleh sekitar 1 kg serbuk yang disimpan dalam wadah kedap udara.



Gambar 2. Pengayakan simplisia

Determinasi

Determinasi tanaman bertujuan untuk mencocokkan ciri-ciri morfologi yang ada pada tanaman yang akan diteliti agar tidak terjadi kesalahan dalam mengambil tanaman untuk penelitian. Berdasarkan hasil determinasi menunjukkan bahwa sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun kelor (*Moringa oleifera* L.). Berikut hasil determinasi daun kelor :

Suku : Moringaceae
Marga : Moringa
Jenis : Moringa oleifera Lamk.
Nama Daerah : Kelor (Indonesia, Jawa, Sunda, Bali, Lampung), Kerol (Buru), Marangghi (Madura), Moltong (Flores), Kelo (Gorontalo), Koloro (Bugis), Kawano (Sumba), Ongge (Bima), Hau fo (Timor).
Kunci determinasi : 1b-2b-3b-4b-6b-7b-9b-10b-11b-12b-13b-14a-15b-197b-208b-209b-210b-211b-214a: Moringaceae-1:M.oleifera.

Evaluasi kadar protein bahan awal (serbuk daun kelor) dengan metode kjeldahl

Evaluasi kadar protein pada serbuk daun kelor dilakukan dengan metode Kjeldahl melalui tiga tahap utama, yaitu destruksi, destilasi, dan titrasi, dengan tiga kali replikasi. Pada tahap destruksi, sekitar 1 g sampel dipanaskan bersama K_2SO_4 , $CuSO_4$, dan H_2SO_4 pekat hingga diperoleh larutan jernih berwarna biru muda, yang menandakan proses destruksi berlangsung sempurna.

Tahap ini dimaksudkan untuk menguraikan senyawa nitrogen organik pada sampel menjadi bentuk anorganik, yakni amonium sulfat $((NH_4)_2SO_4)$. Sampel dipanaskan menggunakan asam sulfat (H_2SO_4) pekat dengan penambahan katalis seperti kalium sulfat (K_2SO_4), tembaga sulfat ($CuSO_4$), atau selenium guna mempercepat reaksi oksidasi. Proses pemanasan dilanjutkan hingga larutan berubah jernih, yang mengindikasikan konversi lengkap nitrogen organik (Amalia & Fajri, 2020).



Gambar 3. Proses Destruksi

Tahap destilasi dilakukan dengan penambahan NaOH untuk membebaskan amonia (NH_3), kemudian didestilasi dan ditangkap dalam larutan asam. Hasil destilasi

menunjukkan larutan bening dengan pH asam (± 3), menandakan amonia telah terikat dengan baik.

**Gambar 4.** Proses titrasi

Distilat kemudian dititrasi menggunakan NaOH 0,1 N hingga warna indikator berubah menjadi merah muda (merah muda terang) selama tahap titrasi. Kandungan nitrogen ditentukan menggunakan volume titrasi 23 mL yang dihasilkan. Jumlah nitrogen dalam sampel kemudian ditentukan dengan menitrasi larutan amonium borat dengan larutan asam kuat standar (HCl atau H_2SO_4). Untuk menemukan kandungan protein kasar, volume titran diubah menjadi

kandungan nitrogen dan kemudian dikalikan dengan faktor konversi 6,25 (Suherman *et al.*, 2024).

Berdasarkan hasil analisis, diperoleh kadar nitrogen sebesar 3,17 %, yang kemudian dikonversi menjadi kadar protein menggunakan faktor 6,25 sehingga menghasilkan kadar protein sebesar 19,82 %. Hasil ini menunjukkan bahwa serbuk daun kelor memiliki kandungan protein yang dapat terukur melalui metode Kjeldahl.

Tabel 5 . Hasil Metode Kjeldahl Serbuk Daun Kelor

Sampel	Hasil Destruksi	Hasil Destilasi	Hasil Titrasi	Hasil Titrasi (ml)
Serbuk daun kelor	Biru muda jernih	Bening, jernih, memiliki Ph asam : 3	Pink muda	23 ml

Tabel 6 . Hasil Kadar Protein Serbuk Daun Kelor

Sampel	Kadar N (%)	Kadar Protein (%)
Serbuk Daun kelor	3,17 %	19,82 %

Formulasi protein bar berbasis daun kelor

Protein bar merupakan jenis camilan berbentuk batang yang umumnya dikonsumsi sebagai pengganti lapar di sela waktu makan (Nopianti, 2019). Secara umum, snackbar dibuat dari bahan-bahan yang berpotensi meningkatkan nutrisi dan kesehatan. Proses pembuatannya mencakup pencampuran berbagai bahan kering seperti sereal, kacang-kacangan, serta buah kering menjadi satu kesatuan dengan menggunakan bahan

pengikat atau binder. Formulasi protein bar menggunakan serbuk daun kelor sebagai sumber protein nabati, dikombinasikan dengan oat, rice krispy, madu, minyak kelapa, lesitin, dan garam. Proses pembuatan meliputi pencampuran kering dan basah, kemudian adonan dipanggang pada suhu 150–170°C selama 10–15 menit hingga diperoleh tekstur optimal. Hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa seluruh formulasi (F0–F3) memiliki tekstur yang sesuai, yaitu kering dan renyah.

Namun, terdapat perbedaan pada warna dan aroma. Semakin tinggi penambahan serbuk daun kelor, warna produk berubah dari coklat kekuningan (F0) menjadi hijau tua hingga hijau



Gambar 5. Hasil protein bar F0

kehitaman (F3) akibat kandungan klorofil. Selain itu, aroma khas kelor juga semakin menyengat pada formulasi dengan konsentrasi lebih tinggi.



Gambar 6. Hasil protein bar F1



Gambar 7. Hasil protein bar F2



Gambar 8. Hasil protein bar F3

Secara keseluruhan, penambahan serbuk daun kelor berpengaruh terhadap warna dan aroma, namun tidak terhadap tekstur, sehingga diperlukan optimasi formulasi untuk menjaga keseimbangan antara nilai gizi dan penerimaan sensorik. Penambahan serbuk daun kelor pada formulasi protein bar tidak hanya berfungsi sebagai pewarna alami, tetapi juga sebagai sumber protein nabati yang berkontribusi terhadap peningkatan nilai gizi produk.

Semakin tinggi konsentrasi serbuk daun kelor yang ditambahkan pada formulasi F1 hingga F3, maka semakin tinggi pula kandungan protein yang diharapkan pada produk akhir. Namun demikian, peningkatan konsentrasi kelor juga memberikan dampak terhadap karakteristik sensorik, terutama warna dan aroma. Kandungan klorofil pada daun kelor menyebabkan warna protein bar menjadi semakin hijau tua hingga hijau

kehitaman, sedangkan aroma khas kelor menjadi lebih kuat pada konsentrasi yang lebih tinggi.

Kondisi ini menunjukkan bahwa peningkatan nilai gizi tidak selalu sejalan dengan tingkat penerimaan panelis, sehingga diperlukan optimasi formulasi untuk memperoleh keseimbangan antara kandungan protein dan mutu organoleptik produk. Selain dipengaruhi oleh serbuk daun kelor, kadar protein pada protein bar juga dipengaruhi oleh bahan penyusun lainnya seperti rolled oat dan lesitin kedelai yang memiliki kandungan protein cukup tinggi.

Pada formulasi F0 tanpa penambahan kelor, protein bar tetap menunjukkan kandungan protein karena berasal dari oat dan rice krispy sebagai sumber karbohidrat kompleks yang masih mengandung protein dalam jumlah tertentu. Oleh karena itu, peningkatan kadar protein dari F0 hingga F3

tidak sepenuhnya hanya berasal dari serbuk daun kelor, melainkan merupakan kombinasi kontribusi dari seluruh bahan penyusun dalam formulasi. Namun, penambahan serbuk daun kelor tetap memberikan kontribusi utama terhadap peningkatan kadar protein total seiring meningkatnya konsentrasi kelor yang digunakan. Berdasarkan komposisi formulasi, jumlah rolled oat pada setiap formulasi mengalami penurunan seiring peningkatan

konsentrasi serbuk daun kelor, yaitu dari 11,5 g pada F0 menjadi 8 g pada F3. Meskipun demikian, kadar protein produk tetap meningkat, yang menunjukkan bahwa serbuk daun kelor memiliki kandungan protein yang lebih tinggi dibandingkan bahan pengganti lainnya. Hal ini memperkuat potensi serbuk daun kelor sebagai bahan fortifikasi pangan yang dapat meningkatkan kualitas gizi protein bar berbasis pangan fungsional.

Tabel 7. Pengamatan organoleptic hasil formulasi protein bar

Sampel	Tekstur	Hasil	Warna	Hasil	Aroma
F0	Kering Renyah	+	Coklat muda kekuningan	+	Aroma khas madu
F1	Kering Renyah	+	Hijau tua	+	Aroma khas kelor yang menyengat
F2	Renyah	+	Hijau tua pekat	+	Aroma khas kelor yang menyengat
F3	Renyah	+	Hijau kehitaman sangat pekat	+	Aroma khas kelor yang menyengat

Evaluasi organoleptik pada penelitian ini dilakukan secara deskriptif melalui pengamatan langsung oleh peneliti terhadap parameter tekstur, warna, dan aroma pada setiap formulasi protein bar, tanpa melibatkan panelis. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa penambahan serbuk daun kelor memengaruhi warna dan aroma produk, ditandai dengan perubahan warna menjadi semakin hijau pekat serta munculnya aroma khas kelor yang lebih menyengat, sedangkan tekstur protein bar relatif tidak mengalami perubahan.

Evaluasi kadar protein produk jadi (proten bar) dengan metode kjeldahl

Metode Kjeldahl, yang meliputi destruksi, destilasi, dan titrasi, digunakan untuk menilai kadar protein produk jadi (batang protein). Untuk meningkatkan efisiensi prosedur, sampel digiling sebelum analisis. Pada tahap destruksi, sekitar 1 g sampel dipanaskan bersama K_2SO_4 , $CuSO_4$, dan H_2SO_4

pekat hingga menghasilkan larutan jernih berwarna biru muda, yang menandakan proses destruksi berlangsung sempurna. NaOH ditambahkan selama tahap destilasi untuk melepaskan amonia (NH_3), yang kemudian dikumpulkan dalam larutan asam. Hasil destilasi menunjukkan larutan bening dengan pH asam (± 3). Setelah itu, NaOH 0,1 N digunakan untuk mentitrasi distilat hingga warna indikator berubah menjadi merah muda. Dengan blanko 0,36 mL, volume titrasi untuk F0, F1, F2, dan F3 masing-masing adalah 8,5 mL, 9,8 mL, 10,2 mL, dan 10,8 mL.

Perhitungan menunjukkan bahwa kadar nitrogen meningkat dari F0 hingga F3, yaitu masing-masing sebesar 1,14 %; 1,32 %; 1,37 %; dan 1,46 %. Nilai tersebut berbanding lurus dengan kadar protein yang dihasilkan, yaitu 7,12 % (F0), 8,2 % (F1), 8,61 % (F2), dan 9,14 % (F3). Peningkatan kadar protein ini menunjukkan bahwa formulasi F3 memiliki kandungan protein tertinggi dibandingkan

perlakuan lainnya. Hal ini mengindikasikan bahwa variasi formulasi yang digunakan

berpengaruh terhadap peningkatan kadar protein pada produk protein bar.

Tabel 8. Hasil Metode Kjeldahl Formulasi Protein Bar

Sampel	Hasil Destruksi	Hasil Destilasi	Hasil Titrasi	Hasil Titrasi (ml)
F0	Biru muda jernih	Bening, jernih, memiliki Ph asam : 3	Pink muda	8,5 ml
F1	Biru muda jernih	Bening, jernih, memiliki Ph asam : 3	Pink muda	9,8 ml
F2	Biru muda jernih	Bening, jernih, memiliki Ph asam : 3	Pink muda	10,2 ml
F3	Biru muda jernih	Bening, jernih, memiliki Ph asam : 3	Pink muda	10,8 ml
Blanko	Bening jernih	Bening, jernih, memiliki Ph asam : 1	Pink muda	0,36 ml

Tabel 9 Hasil Kadar Protein Formulasi Protein Bar

Sampel	Kadar N (%)	Kadar Protein (%)
F0	1,14 %	7,12 %
F1	1,32 %	8,2 %
F2	1,37 %	8,61 %
F3	1,46 %	9,14 %

ANALISIS DATA

Uji Normalitas Data

Berdasarkan hasil uji normalitas menggunakan metode Shapiro–Wilk, seluruh kelompok data memiliki nilai signifikansi (Sig.) lebih besar dari 0,05, yaitu kelompok 1 sebesar 0,637, kelompok 2 sebesar 0,443, kelompok 3 sebesar 0,870, kelompok 4 sebesar 0,443, dan kelompok 5 sebesar 0,443.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa data pada setiap kelompok berdistribusi normal. Karena jumlah sampel pada masing-masing kelompok kurang dari 50, maka interpretasi normalitas lebih difokuskan pada uji Shapiro–Wilk. Dengan demikian, data penelitian memenuhi asumsi normalitas sehingga dapat dilanjutkan menggunakan uji statistik parametrik seperti One Way ANOVA.

Uji Homogenitas Data

Berdasarkan hasil uji homogenitas varians menggunakan uji Levene, diperoleh nilai signifikansi pada Based on Mean sebesar 0,016 ($<0,05$), sehingga menunjukkan bahwa data antar kelompok tidak homogen atau tidak memiliki kesamaan varians. Oleh karena itu, meskipun data tetap dapat dilanjutkan ke uji One Way ANOVA, analisis lanjut (post hoc test) yang digunakan adalah metode Games-Howell karena metode ini sesuai untuk data yang tidak homogen. Sebaliknya, apabila data bersifat homogen (Sig. $> 0,05$), maka analisis lanjut dapat menggunakan metode Bonferroni.

Uji Anova

Berdasarkan hasil uji One Way ANOVA diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,000 ($<0,05$) dengan nilai F hitung sebesar

410,443. Hasil tersebut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan terhadap skor pada masing-masing kelompok perlakuan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa variasi formulasi memberikan pengaruh nyata terhadap parameter yang diuji, sehingga analisis dapat dilanjutkan dengan uji post hoc menggunakan metode Games-Howell karena data sebelumnya menunjukkan varians yang tidak homogen.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian, preparasi daun kelor menghasilkan simplisia berkualitas yang mendukung analisis. Metode Kjeldahl menunjukkan serbuk daun kelor mengandung nitrogen 19,8% setara protein 0,19 gram. Pada protein bar, penambahan serbuk kelor memengaruhi warna dan aroma tanpa mengubah tekstur, serta meningkatkan kadar protein dari F0 hingga F3 dengan nilai tertinggi pada F3 (1,46 % untuk nilai kadar N dan 9,14 % untuk kadar protein). Uji One-Way ANOVA ($p = 0,000$) menunjukkan perbedaan signifikan antar perlakuan, sehingga penambahan daun kelor terbukti meningkatkan kadar protein produk.

UCAPAN TERIMA KASIH

Untuk dapat menyelesaikan penelitian ini dengan sukses, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT atas kebaikan dan berkah-Nya. Penulis juga menyampaikan rasa syukur kepada orang tua dan keluarganya atas doa dan dukungan mereka, kepada pembimbingnya atas nasihat dan arahnya, serta kepada institusi dan teman-teman yang telah membantunya dalam penelitian dan persiapan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

Amalia, D., & Fajri, R. (2020). Analisis Kadar Nitrogen Dalam Pupuk Urea Prill Dan Granule Menggunakan Metode Kjeldahl Di Pt Pupuk Iskandar Muda. *QUIMICA:*

Jurnal Kimia Sains Dan Terapan, 2(1), 28–32.

<https://doi.org/10.33059/jq.v2i1.2639>

Clarita Angelina, Yuliana Reni Swasti, F. S. P. (2021). *PENINGKATAN NILAI GIZI PRODUK PANGAN DENGAN PENAMBAHAN BUBUK DAUN KELOR (Moringa Oleifera)*. <https://doi.org/10.19184/j-agt.v15i01.22089>

Dr. Ir. Rina Yenrina, Ms. (2016). *Metode Analisis Bahan Pangan dan Komponen Bioaktif*. Andalas University Press.

Handoyo, D. L. Y., & M., E. P. (2020). Pengaruh Variasi Suhu Pengeringan Terhadap Pembuatan Simplisia Daun Mimba (*Azadirachta indica*). *Jurnal Farmasi Tinctura*, 1(2), 45–54.

Mitharwal, S., Saini, A., Chauhan, K., Taneja, N. K., & Oberoi, H. S. (2024). Unveiling the nutrient-wealth of black soybean: A holistic review of its bioactive compounds and health implications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 23(5). <https://doi.org/10.1111/1541-4337.70001>

Nopianti, T. (2019). Formulasi Snack Bar Berbasis Tepung Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca* Linn) Dengan Penambahan Tepung Daun Bayam (*Amaranthus tricolor* L.). *Pontianak Nutrition Journal (PNJ)*, 2(1), 6. <https://doi.org/10.30602/pnj.v2i1.476>

Priyas Hastuti, A., & Novita Sari, A. (2022). PENGARUH TEH DAUN KELOR (*Moringa oleifera* L) TERHADAP PENINGKATAN KADAR HEMOGLOBIN PENDERITA ANEMIA. *Avicenna: Journal of Health Research*, 5(1). <https://doi.org/10.36419/avicenna.v5i1.590>

Puspaningrum, D. H. D., Srikulini, I. A. I., & Wiradnyani, N. K. (2019). Penambahan

- Tepung Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Dan Tepung Kacang Kedelai (*Glycine max. L*) Terhadap Nilai Gizi Snack Bar. *Pro Food*, 5(2), 544–548. <https://doi.org/10.29303/profood.v5i2.115>
- Puyanda, I. R., Suhartatik, N., Nuraini, V., & Setyorini, I. (2023). The Addition of Moringa Leaf Powder (*Moringa oleifera*) with Variations of Drying Temperature and Concentration to Increase the Nutritional Value of Tempeh. *Jurnal Pengolahan Pangan*, 8(2), 125–132.
- Saranani, S., Noviati, N., Pongdatu, M., Iqbal, I. P., Aini, I. N., Rohman, A., & Useng, Y. (2023). Pencegahan Stunting Melalui Intervensi Gizi Spesifik Pemberian Nugget Ikan Kelor dan Telur di Desa Torobulu Kabupaten Konawe Selatan. *Jurnal Mandala Pengabdian Masyarakat*, 4(1), 273–279. <https://doi.org/10.35311/jmpm.v4i1.244>
- Suherman. (2024). *Analisis Zat Gizi Pangan Teori Dan Praktik*.
- Sumbono, A. (2021). *Protein Seri Biokimia Pangan Dasar*.
- Syahfitri, A., Sartika Daulay, A., & Yuniarti, R. (2020). Journal of Pharmaceutical and Sciences Analysis of Protein Content of Some Types of Milk High in Protein Using the Kjeldahl and Visible Spectrophotometry Method Analisis Kadar Protein Pada Beberapa Jenis Susu Tinggi Protein Dengan Metode Kjeldahl dan Spektrofotometri Visible. *Jps*, 2025(2), 847–858. <https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v8i2.865>

Jurnal Pharmacia Mandala Waluya (JPMW) is Licensed a Creative Commons Attribution 4.0 International Licence

