

Analisis Kadar Protein Metode Kjeldahl

A. Tujuan Praktikum

1. Mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan prinsip analisis protein menggunakan metode Kjeldahl beserta perkembangan terkini dalam aplikasinya.
2. Mahasiswa mampu menentukan kadar protein kasar (*crude protein*) dalam sampel bahan pangan dengan teliti dan akurat sesuai prosedur standar.
3. Mahasiswa mampu menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi akurasi penetapan protein serta menginterpretasikan hasil analisis secara kritis.

B. Dasar Teori

Metode Kjeldahl pertama kali diperkenalkan oleh Johan Kjeldahl pada tahun 1883, yang hingga saat ini masih diakui sebagai metode standar (metode acuan) untuk penetapan kadar protein kasar dalam berbagai matriks pangan. Metode ini didasarkan pada prinsip bahwa semua protein mengandung nitrogen dalam jumlah yang relatif konstan, sehingga kadar protein dapat dihitung secara tidak langsung melalui pengukuran total nitrogen organik. Metode Kjeldahl tetap menjadi pilihan utama dalam pendidikan biokimia dan laboratorium pengujian pangan karena keandalannya meskipun telah banyak dikembangkan metode alternatif (Khalid dkk., 2022).

Prinsip fundamental metode Kjeldahl adalah oksidasi bahan organik dengan asam sulfat pekat yang didukung oleh katalis untuk melepaskan nitrogen dalam bentuk amonium sulfat. Kadar protein kemudian dihitung berdasarkan kadar nitrogen terukur dikalikan dengan faktor konversi spesifik. Faktor konversi 6,25 (berdasarkan asumsi protein mengandung 16% nitrogen) merupakan nilai umum yang digunakan, namun faktor konversi spesifik untuk masing-masing jenis pangan perlu dipertimbangkan untuk meningkatkan akurasi, seperti 5,70 untuk sereal atau 6,38 untuk produk susu (Hayes, 2020). Metode ini terdiri dari tiga tahapan utama yang saling terkait: destruksi, destilasi, dan titrasi.

1. Tahap Destruksi (Mineralisasi)

Pada tahap destruksi, sampel dipanaskan dengan asam sulfat pekat (H_2SO_4) dalam labu Kjeldahl dengan penambahan katalis untuk mempercepat proses oksidasi. Mekanisme reaksi yang terjadi melibatkan pemecahan ikatan peptida dalam protein oleh asam kuat pada suhu tinggi (sekitar $350\text{--}400^\circ\text{C}$), mengoksidasi karbon dan hidrogen menjadi CO_2 dan H_2O , sementara nitrogen dilepaskan dan bereaksi dengan asam sulfat membentuk amonium sulfat $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$. Rizvi dkk. (2022) dalam penelitiannya pada berbagai jenis kacang-kacangan menekankan bahwa keberhasilan tahap destruksi sangat bergantung pada suhu, waktu pemanasan, serta komposisi katalis yang digunakan.

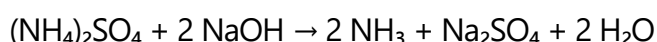


Gambar 1. Tahap Destruksi (Mineralisasi) Metode Kjeldahl. Gambar ini menggambarkan proses destruksi dalam analisis nitrogen menggunakan metode Kjeldahl. Sampel dipanaskan dalam labu Kjeldahl dengan asam sulfat pekat (H_2SO_4) dan campuran katalis seperti selenium (Se), tembaga sulfat (CuSO_4), serta kalium sulfat (K_2SO_4). Pada suhu tinggi (350–400°C), ikatan peptida dalam protein terurai, karbon dan hidrogen teroksidasi menjadi CO_2 dan H_2O , sementara nitrogen bereaksi membentuk amonium sulfat ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$). Efisiensi destruksi sangat dipengaruhi oleh suhu, waktu pemanasan, dan komposisi katalis. Larutan akhir yang jernih kehijauan menandakan proses mineralisasi telah sempurna dan siap untuk tahap destilasi berikutnya.

Katalis memegang peranan penting dalam meningkatkan efisiensi destruksi dengan menaikkan titik didih asam sulfat dan mempercepat reaksi oksidasi. Campuran katalis yang umum digunakan adalah selenium, tembaga sulfat (CuSO_4), dan kalium sulfat (K_2SO_4) dengan perbandingan tertentu. Shtylla dkk. (2024) dalam analisisnya terhadap berbagai jenis sereal menggunakan katalis Se dan CuSO_4 dengan waktu destruksi sekitar satu jam hingga diperoleh larutan jernih kehijauan yang menandakan proses mineralisasi telah sempurna.

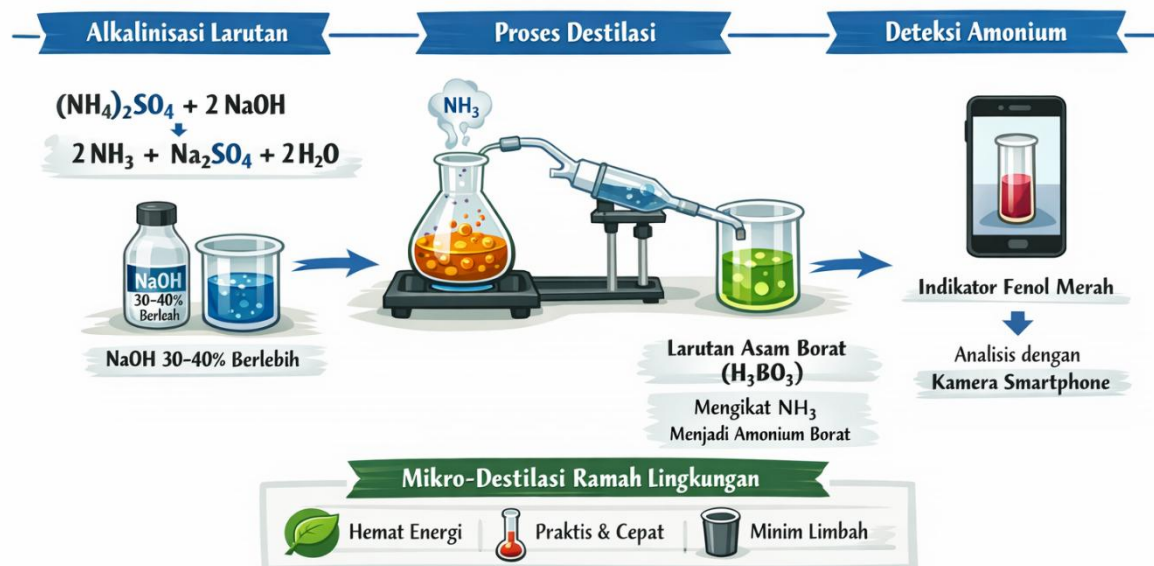
2. Tahap Destilasi

Setelah destruksi selesai dan larutan didinginkan, amonium sulfat yang terbentuk diencerkan dengan akuades kemudian ditambahkan larutan natrium hidroksida (NaOH) 30–40% berlebih hingga suasana menjadi basa kuat. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Amonia (NH_3) yang dibebaskan kemudian didistilasi dan ditangkap oleh larutan asam borat (H_3BO_3) membentuk amonium borat. Goncalves dkk. (2023) mengembangkan inovasi dalam tahap destilasi dengan menggunakan sistem mikro-destilasi yang lebih sederhana dan ramah

Tahap Destilasi

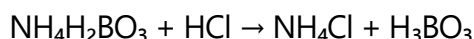


Gambar 2. Tahap Destilasi Metode Kjeldahl. Gambar ini menjelaskan proses destilasi dalam analisis nitrogen metode Kjeldahl. Amonium sulfat yang telah didestruksi direaksikan dengan NaOH berlebih untuk membebaskan amonia (NH_3), yang kemudian didistilasi dan ditangkap oleh larutan asam borat (H_3BO_3) dalam erlenmeyer. Amonia yang terikat membentuk amonium borat, dan keberadaannya dideteksi menggunakan indikator fenol merah yang dianalisis secara digital dengan kamera smartphone. Pendekatan mikro-destilasi ini lebih praktis, hemat energi, dan ramah lingkungan dibanding metode konvensional.

lingkungan, dimana amonium yang didestilasi diabsorpsi dalam larutan indikator fenol merah dan dianalisis menggunakan kolorimetri berbasis kamera smartphone. Pendekatan ini menunjukkan upaya untuk mengatasi kelemahan metode konvensional yang memerlukan peralatan besar dan menghasilkan limbah cukup banyak.

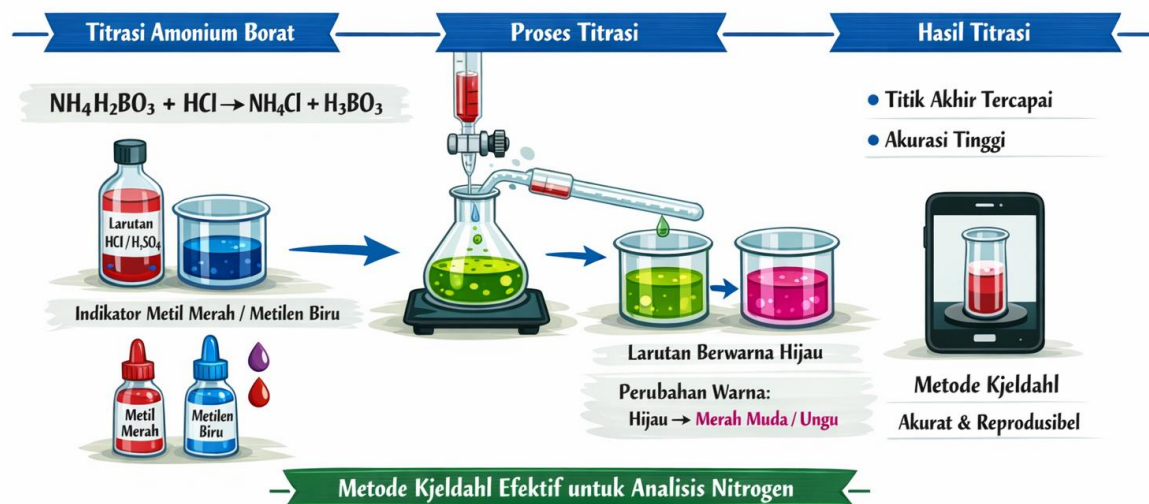
3. Tahap Titrasi

Amonium borat yang terbentuk bersifat basa dan dititrasi dengan larutan standar asam klorida (HCl) atau asam sulfat (H_2SO_4) menggunakan indikator campuran (metil merah atau metilen biru). Reaksi titrasi yang terjadi:



Titik akhir titrasi ditandai dengan perubahan warna dari hijau menjadi merah muda/ungu. Forrest dkk. (2025) dalam studi komparatifnya menegaskan bahwa metode Kjeldahl tetap menjadi metode paling akurat dan reproduibel untuk analisis nitrogen dalam berbagai matriks sampel, meskipun metode ini memerlukan ketelitian dalam pelaksanaan titrasi dan standarisasi larutan titran.

Tahap Titrasi



Gambar 3. Tahap Titrasi Metode Kjeldahl. Gambar ini menjelaskan tahap titrasi dalam analisis nitrogen menggunakan metode Kjeldahl. Destilat yang mengandung amonium borat dititrasi dengan larutan standar HCl 0,1 N menggunakan indikator metil merah atau metilen biru. Proses titrasi ditandai dengan perubahan warna larutan dari hijau menjadi abu-abu netral, lalu merah muda atau ungu sebagai titik akhir. Hasil titrasi menunjukkan volume larutan asam yang digunakan, yang kemudian menjadi dasar perhitungan kadar nitrogen. Metode ini dikenal akurat dan reproduksibel, sehingga tetap menjadi standar utama dalam analisis protein.

4. Faktor Konversi dan Perhitungan

Perhitungan kadar protein memerlukan pemahaman bahwa metode Kjeldahl sebenarnya mengukur total nitrogen, bukan protein secara langsung. Oleh karena itu, hasil analisis dinyatakan sebagai "protein kasar" (*crude protein*). Krul (2019) melakukan kajian komprehensif tentang faktor konversi nitrogen-protein dan menegaskan bahwa penggunaan faktor konversi spesifik sangat penting untuk menghindari overestimasi atau underestimasi kadar protein, terutama pada produk pangan yang memiliki komposisi asam amino berbeda.

Forrest dkk. (2025) juga membandingkan metode Kjeldahl dengan metode Dumas (pembakaran) untuk analisis nitrogen dan menemukan bahwa kedua metode memberikan hasil yang setara secara signifikan, namun metode Dumas menawarkan kecepatan lebih tinggi tanpa menghasilkan limbah kimia berbahaya. Meskipun demikian, metode Kjeldahl tetap dipertahankan sebagai metode rujukan karena ketertelusurannya yang kuat dan kesesuaiannya untuk berbagai jenis sampel kompleks.

5. Validitas dan Aplikasi Metode

Penelitian terkini oleh Goncalves dkk. (2023) menunjukkan bahwa metode Kjeldahl yang dimodifikasi dengan pendekatan mikro-distilasi dan deteksi digital-image mampu



Gambar 4. Faktor Konversi dan Perhitungan Protein Kasar. Gambar ini menjelaskan cara menghitung kadar protein kasar berdasarkan kandungan nitrogen menggunakan metode Kjeldahl. Rumus perhitungan ditunjukkan sebagai $\text{Protein Kasar (\%)} = \text{Nitrogen Total} \times \text{Faktor Konversi}$, dengan contoh penerapan pada berbagai jenis sampel seperti daging, ikan, gandum, kedelai, susu, dan sereal yang masing-masing memiliki faktor konversi berbeda. Infografis juga membandingkan metode Kjeldahl yang akurat dan telusur dengan metode Dumas yang lebih cepat serta bebas limbah kimia. Pesan utama dari gambar ini adalah pentingnya pemilihan faktor konversi yang tepat agar hasil analisis protein menjadi akurat dan dapat dipercaya.

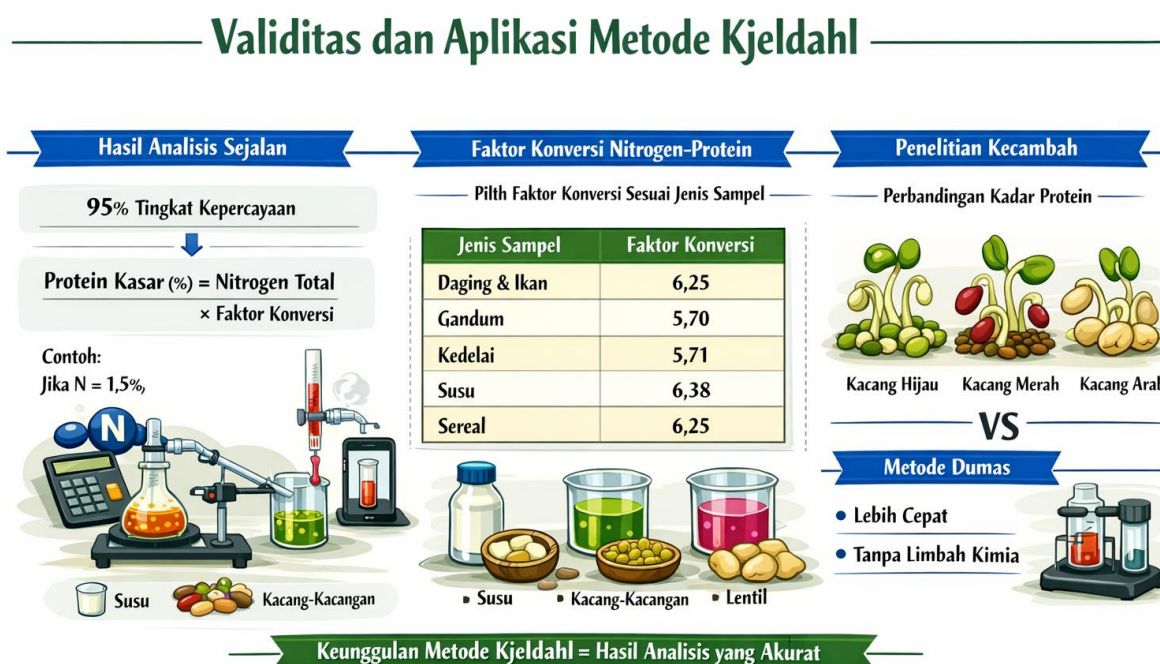
menghasilkan data yang tidak berbeda signifikan dengan metode mikro-Kjeldahl konvensional pada tingkat kepercayaan 95% untuk sampel susu, kacang-kacangan, dan lentil. Temuan ini mengkonfirmasi bahwa prinsip Kjeldahl tetap valid dan dapat diadaptasi dengan teknologi modern untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi dampak lingkungan.

Rizvi dkk. (2022) dalam studinya pada berbagai jenis kacang-kacangan (*Vigna radiata*, *Lens culinaris*, dan *Cicer arietinum*) mengaplikasikan metode Kjeldahl untuk membandingkan kadar protein antar jenis kecambah dan menemukan variasi yang signifikan tergantung pada jenis dan kondisi pertumbuhan. Studi ini memperkuat pentingnya metode Kjeldahl dalam penelitian gizi dan pengembangan produk pangan.

C. Alat dan Bahan

Alat-alat yang Diperlukan

1. Labu Kjeldahl 100-300 mL, terbuat dari kaca borosilikat tahan suhu tinggi
2. Unit destruksi (blok pemanas atau kompor listrik) yang dilengkapi dengan sistem pembuangan asap (lemari asam)
3. Unit destilasi Kjeldahl lengkap dengan kondensor dan konekto



Gambar 5. Validitas dan Aplikasi Metode Kjeldahl. Gambar ini menjelaskan validitas dan penerapan metode Kjeldahl dalam analisis protein. Penelitian menunjukkan bahwa metode Kjeldahl konvensional maupun modifikasi dengan mikro-distilasi dan deteksi digital-image menghasilkan data yang konsisten pada tingkat kepercayaan 95% untuk sampel susu, kacang-kacangan, dan lentil. Selain itu, metode ini diaplikasikan dalam penelitian kecambah seperti kacang hijau, kacang merah, dan kacang arab, yang memperlihatkan variasi kadar protein sesuai jenis dan kondisi pertumbuhan. Infografis menegaskan keunggulan metode Kjeldahl yang akurat, reliabel, adaptif terhadap teknologi modern, serta penting dalam penelitian gizi dan pengembangan pangan.

4. Buret 25-50 mL dengan ketelitian 0,1 mL untuk titrasi
5. Erlenmeyer 250 mL untuk penampung destilat dan titrasi
6. Labu ukur 100 mL dan 250 mL
7. Pipet volume 5 mL, 10 mL, dan 25 mL
8. Neraca analitik dengan ketelitian 0,1 mg
9. Gelas ukur 50 mL dan 100 mL
10. Statif dan klem untuk peralatan destilasi
11. Batu didih untuk mencegah bumping saat destilasi

Bahan-bahan yang Diperlukan

1. Sampel makanan yang telah dihomogenisasi, misalnya: tahu, tempe, susu bubuk, tepung terigu, atau produk sereal lokal
2. Asam sulfat pekat (H_2SO_4) dengan kemurnian pro analisis (p.a), densitas 1,84 g/mL
3. Katalis Kjeldahl: campuran $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dan K_2SO_4 dengan perbandingan 1:10 atau tablet katalis komersial
4. Natrium hidroksida (NaOH) 30-40% b/v dalam akuades
5. Asam borat (H_3BO_3) 4% b/v dalam akuades

6. Indikator campuran (Tashiro indicator): metil merah 0,1% dalam etanol dan metilen biru 0,1% dalam etanol dengan perbandingan 2:1
7. Larutan HCl 0,1 N yang telah distandarisasi menggunakan boraks atau natrium karbonat
8. Akuades bebas ion
9. Natrium sulfat anhidrat (Na_2SO_4) untuk membantu destruksi (opsional)

D. Prosedur Kerja

1. Persiapan Sampel

- Haluskan sampel hingga homogen. Untuk sampel basah, lakukan pengeringan terlebih dahulu dalam oven suhu 105°C hingga berat konstan, kemudian haluskan.
- Timbang seksama sekitar 0,5-1,0 gram sampel (catat berat tepatnya) dan masukkan ke dalam labu Kjeldahl kering. Untuk sampel cair seperti susu, gunakan pipet volume 5-10 mL.
- Tambahkan 2-3 gram campuran katalis (atau 1 tablet katalis) ke dalam labu yang sama.

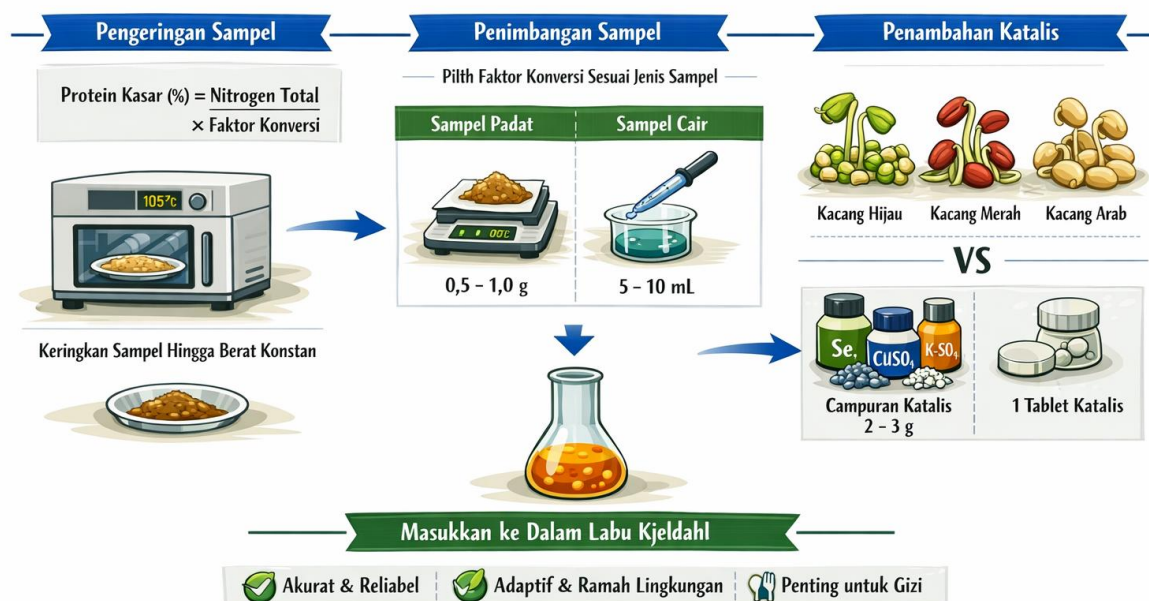
2. Tahap Destruksi (Mineralisasi)

- Tambahkan 10-15 mL H_2SO_4 pekat ke dalam labu Kjeldahl secara perlahan melalui dinding labu. Goyangkan labu hingga sampel tercampur rata dengan asam.
- Letakkan labu pada alat destruksi di dalam lemari asam dengan posisi miring 45° .
- Panaskan secara bertahap, dimulai dengan suhu rendah (sekitar 100°C) untuk menghindari buih berlebihan, kemudian tingkatkan suhu hingga mendidih (sekitar $350\text{-}400^\circ\text{C}$).
- Lanjutkan pemanasan hingga larutan menjadi jernih berwarna hijau kebiruan atau kuning kehijauan. Waktu destruksi bervariasi tergantung jenis sampel, umumnya 1-2 jam setelah larutan jernih.
- Matikan pemanas dan biarkan labu beserta isinya mendingin hingga suhu ruang.

3. Tahap Destilasi

- Encerkan isi labu yang telah dingin dengan hati-hati menambahkan 50-75 mL akuades melalui dinding labu. Goyangkan labu perlahan agar pencampuran sempurna.
- Pasang labu Kjeldahl pada unit destilasi yang telah dirakit lengkap dengan kondensor.
- Siapkan erlenmeyer 250 mL sebagai penampung destilat yang berisi 25 mL larutan asam borat 4% dan 2-3 tetes indikator campuran. Posisikan erlenmeyer di bawah kondensor dengan ujung selang pencilup berada di bawah permukaan larutan.

Persiapan Sampel



Gambar 6. Persiapan Sampel Metode Kjeldahl. Gambar ini menjelaskan tahap awal persiapan sampel dalam analisis protein menggunakan metode Kjeldahl. Sampel basah terlebih dahulu dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C hingga beratnya konstan, kemudian dihaluskan agar homogen. Selanjutnya, sampel ditimbang dengan seksama sebanyak 0,5–1,0 gram untuk sampel padat atau diambil 5–10 mL menggunakan pipet untuk sampel cair. Tahap terakhir adalah penambahan katalis, baik berupa campuran katalis (Se, CuSO₄, K₂SO₄) sebanyak 2–3 gram atau satu tablet katalis, sebelum dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl untuk proses destruksi. Prosedur ini memastikan sampel siap dianalisis secara akurat dan konsisten.

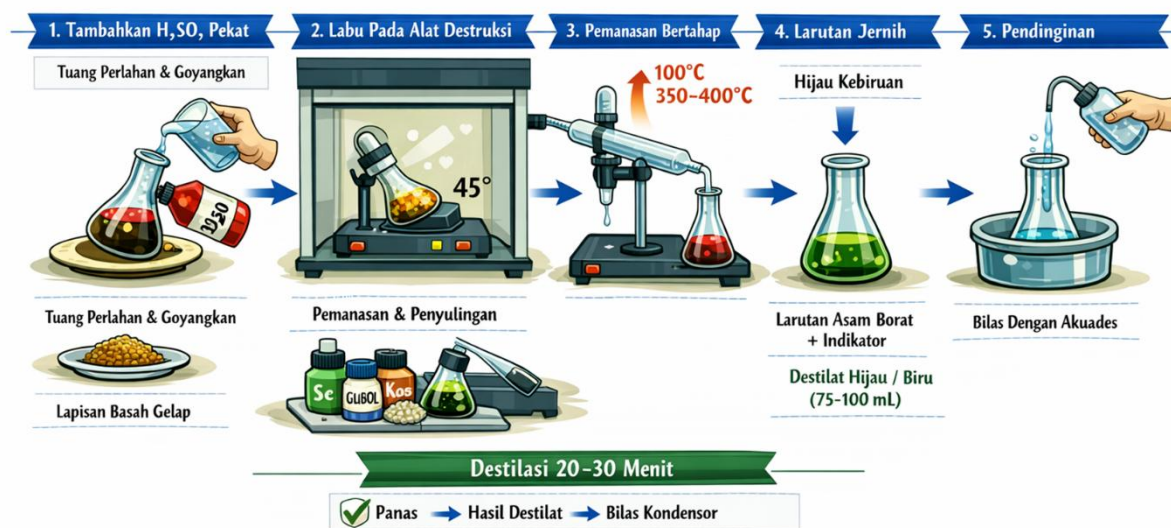
Tahap Destruksi (Mineralisasi)



Gambar 7. Tahap Destruksi (Mineralisasi) Metode Kjeldahl. Gambar ini menjelaskan proses destruksi sampel dalam analisis nitrogen menggunakan metode Kjeldahl. Sampel dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl, kemudian ditambahkan asam sulfat pekat (H₂SO₄) bersama katalis seperti selenium, tembaga sulfat, dan kalium sulfat. Labu dipanaskan secara bertahap mulai dari suhu rendah hingga mencapai 350–400°C, sehingga protein terurai menjadi amonium sulfat ((NH₄)₂SO₄), sementara karbon dan

hidrogen teroksidasi menjadi CO_2 dan H_2O . Proses ini berlangsung selama 1–2 jam hingga larutan menjadi jernih berwarna hijau kebiruan, menandakan destruksi selesai dan sampel siap untuk tahap destilasi berikutnya.

Tahap Destilasi



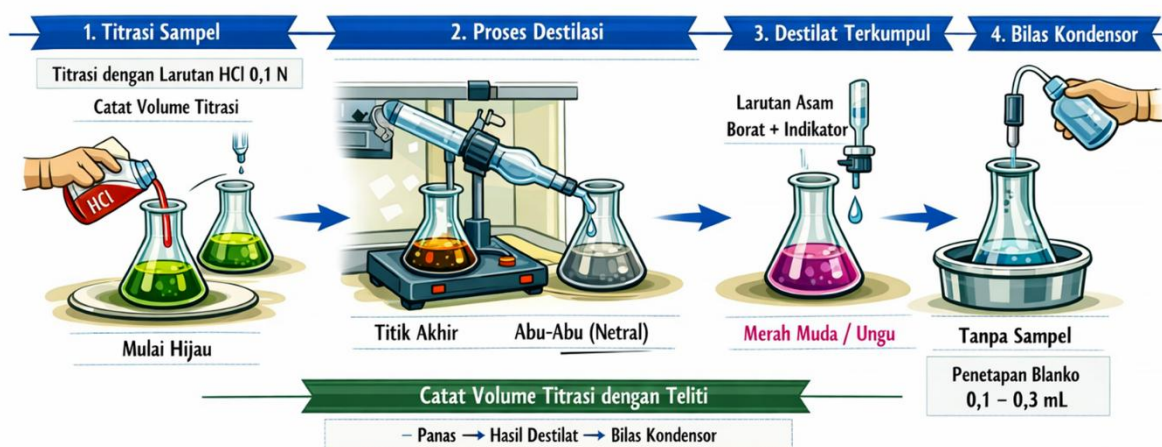
Gambar 8. Tahap Destilasi Metode Kjeldahl. Gambar ini menjelaskan tahap destilasi dalam analisis nitrogen menggunakan metode Kjeldahl. Setelah larutan hasil destruksi diencerkan dengan akuades, labu Kjeldahl dipasang pada unit destilasi lengkap dengan kondensor. Destilat ditampung dalam erlenmeyer berisi larutan asam borat 4% dan indikator campuran, sehingga amonia yang terbebas dapat diikat menjadi amonium borat. Penambahan NaOH 30–40% dilakukan hati-hati karena reaksi bersifat eksotermis kuat. Proses destilasi berlangsung selama 20–30 menit hingga diperoleh 75–100 mL destilat berwarna hijau atau biru, kemudian kondensor dibersihkan dengan akuades untuk memastikan hasil yang akurat.

- Melalui corong pemisah, tambahkan 30–50 mL NaOH 30–40% ke dalam labu Kjeldahl secara perlahan hingga terbentuk lapisan bawah berwarna hitam atau endapan CuO . Penambahan basa harus dilakukan dengan hati-hati karena reaksi bersifat eksotermis kuat.
- Destilasi segera hingga volume destilat mencapai sekitar 75–100 mL dan larutan dalam erlenmeyer berubah warna menjadi hijau/biru. Waktu destilasi umumnya 20–30 menit.
- Turunkan erlenmeyer, bilas ujung kondensor dengan akuades, dan tampung bilasan dalam erlenmeyer yang sama.

4. Tahap Titrasi

- Titration destilat dengan larutan HCl 0,1 N standar sampai terjadi perubahan warna tepat dari hijau menjadi merah muda/ungu netral (warna abu-abu). Catat volume titrasi yang digunakan.
- Lakukan prosedur yang sama untuk penetapan blanko, menggunakan semua pereaksi tanpa sampel. Volume titrasi blanko umumnya sangat kecil (0,1–0,3 mL).

Tahap Titrasi



Gambar 9. Tahap Titrasi Metode Kjeldahl. Gambar ini menjelaskan tahap titrasi dalam analisis nitrogen menggunakan metode Kjeldahl. Destilat yang ditampung dalam larutan asam borat dititrasi dengan larutan HCl 0,1 N standar hingga terjadi perubahan warna dari hijau menjadi abu-abu netral, lalu merah muda atau ungu sebagai tanda titik akhir. Volume titrasi yang digunakan dicatat dengan teliti, dan prosedur yang sama dilakukan untuk blanko sebagai kontrol, dengan volume titrasi biasanya sangat kecil. Tahap ini penting karena menentukan akurasi perhitungan kadar nitrogen dan protein dalam sampel.

5. Perhitungan

Kadar nitrogen dan protein dihitung dengan rumus berikut:

Perhitungan Kadar Nitrogen:

$$\text{Kadar N (\%)} = \frac{(V_{\text{sampel}} - V_{\text{blanko}}) \times N_{\text{HCl}} \times 14,008}{W_{\text{sampel}} \times 1000} \times 100\%$$

di mana:

- V_{sampel} = volume HCl yang digunakan untuk titrasi sampel (mL)
- V_{blanko} = volume HCl yang digunakan untuk titrasi blanko (mL)
- N_{HCl} = normalitas larutan HCl hasil standarisasi
- 14,008 = berat atom nitrogen (g/mol)
- W_{sampel} = berat sampel (g)
- 1000 = faktor konversi mL ke L

Perhitungan Kadar Protein Kasar:

$$\text{Kadar Protein (\%)} = \text{Kadar N (\%)} \times F$$

di mana F adalah faktor konversi spesifik sesuai jenis sampel:

- $F = 6,25$ untuk bahan makanan umum (asumsi 16% N)
- $F = 5,70$ untuk sereal dan produk turunannya
- $F = 6,38$ untuk produk susu
- $F = 5,30$ untuk kacang-kacangan dan biji-bijian tertentu

6. Validasi Hasil

Shtylla dkk. (2024) dalam penelitiannya menekankan pentingnya kontrol kualitas dalam analisis Kjeldahl, meliputi penggunaan blanko untuk mengoreksi kontaminasi nitrogen dari pereaksi, standarisasi larutan titran secara periodik, serta penggunaan bahan acuan bersertifikat jika tersedia. Forrest dkk. (2025) menambahkan bahwa reproduktibilitas metode dapat dievaluasi melalui analisis duplo dan perhitungan simpangan baku relatif (RSD) yang diharapkan kurang dari 5% untuk analisis rutin.

E. Data Pengamatan dan Pelaporan

Tabel Data Pengamatan

Buat tabel pengamatan yang mencakup:

- Identitas sampel (jenis, kode, berat)
- Volume titrasi sampel (mL) untuk setiap replikasi
- Volume titrasi blanko (mL)
- Normalitas HCl yang digunakan
- Berat sampel (g)
- Perhitungan kadar nitrogen dan protein untuk setiap replikasi
- Rata-rata, standar deviasi, dan koefisien variasi

Format Pelaporan

Laporan praktikum harus disusun secara sistematis meliputi:

Pendahuluan: Latar belakang, tujuan, dan prinsip percobaan

Tinjauan Pustaka: Teori metode Kjeldahl dan perkembangan terkini dengan mengacu pada literatur ilmiah 5-10 tahun terakhir

Metodologi: Alat, bahan, dan prosedur yang dijalankan secara rinci

Hasil dan Pembahasan:

- Penyajian data dalam tabel dan grafik yang informatif
- Analisis hasil dan perbandingan dengan literatur atau standar mutu (SNI, Codex, dll)
- Pembahasan faktor-faktor yang mempengaruhi hasil (efisiensi destruksi, kesempurnaan destilasi, akurasi titrasi, ketepatan faktor konversi)
- Sumber kesalahan potensial dan cara meminimalkannya

Kesimpulan dan Saran: Ringkasan temuan utama dan rekomendasi untuk perbaikan

Daftar Pustaka: Referensi dari jurnal ilmiah terkini ($\geq 80\%$ dari 5 tahun terakhir)

Pertanyaan untuk Diskusi dan Evaluasi

1. Mengapa metode Kjeldahl dianggap sebagai metode tidak langsung dalam penetapan protein?
2. Jelaskan fungsi masing-masing katalis (CuSO_4 dan K_2SO_4) dalam tahap destruksi!
3. Bagaimana pengaruh pemilihan faktor konversi terhadap akurasi hasil penetapan protein?
4. Bandingkan kelebihan dan keterbatasan metode Kjeldahl dengan metode Dumas (pembakaran)!
5. Jelaskan prinsip modifikasi mikro-distilasi yang dikembangkan oleh Goncalves dkk. (2023) dan potensi aplikasinya di laboratorium sederhana!

Daftar Pustaka

- CiNii Research. (2024). [Total protein methods and their potential utility to reduce the risk of food protein adulteration](#). *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*.
- Forrest, S. D., dkk. (2025). [Analysis of ammonium-nitrogen in liquid manure samples by Dumas combustion method](#). *Journal of AOAC International*, qsaf103. (Publikasi online awal)
- Goncalves, I. C., Soares, S., & Rocha, F. R. P. (2023). [Exploiting microdistillation and smartphone-based digital-image colorimetry for determination of protein in foods](#). *Microchemical Journal*, 188, 108282. Tersedia melalui:
- Hayes, M. (2020). [Measuring protein content in food: An overview of methods](#). *Foods*, 9(10), 1340.
- Khalid, H., Amin, F. R., & Chen, C. (2022). [An integrated laboratory experiment for the determination of main components in different food samples](#). *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 50(1), 133-141.
- Krul, E. S. (2019). [Calculation of nitrogen-to-protein conversion factors: A review with a focus on soy protein](#). *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 96(4), 339-364.

- Rizvi, N. B., Aleem, S., Khan, M. R., Ashraf, S., & Busquets, R. (2022). [Quantitative estimation of protein in sprouts of Vigna radiata \(mung beans\), Lens culinaris \(lentils\), and Cicer arietinum \(chickpeas\) by Kjeldahl and Lowry methods.](#) *Molecules*, 27(3), 814.
- Shtylla, B., Pikuli, K., Morava, K., Karapançi, N., & Zhidro, N. (2024). [Determination of proteins by the Kjeldahl method in cereals of the markets in Korça city.](#) *Journal of Agriculture and Sustainable Rural Development*, 2(3-4), 26-33.