



ANALISIS KANDUNGAN PROTEIN PADA AMPAS JAGUNG (*Zea mays* L.) DAN TEPUNG LIMBAH IKAN LELE (*Clarias* sp.) MENGGUNAKAN METODE KJELDAHL

Irene Bhoki¹, Luther Kadang¹, Dodi Darmakusuma^{1*}

¹Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang

*Corresponding author, email: dodi_darmakusuma@staf.undana.ac.id

ABSTRACT

A research has been conducted with the title Analysis of Protein Content in Corn Residue (*Zea mays* L.) and Catfish Waste Flour (*Clarias* Sp.) Using the Kjeldahl Method. This study aimed to analyze the protein content in a mixture of corn residue and catfish waste flour using the Kjeldahl method, compare the protein quality with commercial pellets, and determine the best formula as pig feed. The research was conducted experimentally using the Kjeldahl method, which includes the stages of destruction, distillation, and titration. The samples consisted of 3 main formulas with 2 variations of feed based on corn residue and catfish waste flour (head and bones) with composition ratios of 75:25, 70:30, and 65:35 (%), as well as three types of commercial pellets as a comparison. The analysis was performed in triplicate. The research results show that the protein content in the samples ranges from 15.29% to 22.28%, with a tendency to increase as the proportion of catfish fish waste flour increases. 3. The formulas that meet the requirements for pig feed are formulas A and B, which produce a protein content of 15-20%. Meanwhile, formula C does not meet the requirements for pig feed because the protein content is higher than 20%. Compared to commercial pellets, several sample formulas show protein content that is equivalent or even higher. Thus, a mixture of corn residue and catfish fish waste flour has the potential to be used as an alternative pig feed ingredient that is nutritious, economical, and environmentally friendly.

Keywords: Corn Husk, Catfish Waste, Protein, Kjeldahl Method, Pig Feed

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian dengan judul Analisis Kandungan Protein pada Ampas Jagung (*zea mays* L.) dan Tepung Limbah Ikan Lele (*clarias* Sp.) Menggunakan Metode Kjeldahl. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan protein pada campuran ampas jagung dan tepung limbah ikan lele menggunakan metode Kjeldahl, membandingkan kualitas proteinnya dengan pellet komersial, serta menentukan formula terbaik sebagai pakan ternak babi. Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan metode Kjeldahl yang meliputi tahapan destruksi, destilasi, dan titrasi. Sampel terdiri dari 3 formula utama dengan 2 variasi pakan berbasis ampas jagung dan tepung limbah ikan lele (kepala dan tulang) dengan perbandingan komposisi 75:25, 70:30, dan 65:35 (%), serta tiga jenis pellet komersial sebagai pembanding. Analisis dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar protein pada sampel berkisar antara 15,29% hingga 22,28%, dengan kecenderungan meningkat seiring bertambahnya proporsi tepung limbah ikan lele. 3. Formula yang memenuhi sebagai pakan ternak babi adalah formula A dan B yang menghasilkan kadar protein sebesar 15-20 %. Sedangkan, Formula C tidak memenuhi untuk pakan babi karena kadar protein yang dihasilkan lebih dari 20 %. Dibandingkan dengan pellet komersial, beberapa formula sampel menunjukkan kadar protein yang setara bahkan lebih tinggi. Dengan demikian, campuran ampas jagung dan tepung limbah ikan lele berpotensi digunakan sebagai alternatif bahan pakan ternak babi yang bernilai gizi, ekonomis, dan ramah lingkungan.

Kata kunci : Ampas Jagung, Limbah Ikan Lele, Protein, Metode Kjeldahl, Pakan Ternak

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara agraris dengan produksi jagung yang cukup melimpah setiap tahunnya. Data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2022 menunjukkan bahwa produksi jagung nasional mencapai lebih dari 23 juta ton per tahun dan jumlah tersebut terus meningkat seiring dengan kebutuhan bahan pangan maupun pakan ternak. Seiring dengan meningkatnya produksi jagung, jumlah limbah atau produk samping berupa ampas jagung juga semakin besar. Ampas jagung sering kali dianggap sebagai limbah yang kurang bernilai padahal masih terkandung zat gizi penting, salah satunya adalah protein. Protein merupakan salah satu komponen nutrisi utama yang berperan penting dalam pertumbuhan dan metabolisme makhluk hidup, khususnya dalam bidang peternakan. Ketersediaan sumber protein yang cukup dan berkualitas menjadi faktor penentu dalam formulasi pakan ternak yang efisien¹. Jika dilihat dari sektor pertanian dan peternakan, biaya pakan ternak dapat mencapai sekitar 70% dari total biaya produksi peternakan sehingga menjadi faktor penentu keberhasilan usaha ternak. Selama ini, ketergantungan pada bahan pakan impor seperti bungkil kedelai dan tepung ikan menyebabkan harga pakan sering tidak stabil dan sulit dijangkau peternak kecil. Oleh karena itu, ampas jagung dapat menjadi alternatif bahan baku pembuatan pakan ternak^{2,3}.

Kadar protein minimum pada pakan yang sesuai dengan SNI 01-4087 tahun 2013 ditentukan berdasarkan jenis ternak yang dipelihara. Beberapa jenis ternak tersebut meliputi sapi dewasa membutuhkan 12-20 % protein dalam pakan, ayam broiler membutuhkan 20-24% protein, dan dalam pakan babi 15-20 % protein. Jika dilihat dari standar nasional syarat mutu protein pada pakan, persentase (%) kebutuhan akan protein dalam pakan ternak relatif tinggi sehingga dibutuhkan sumber protein lain yang dapat meningkatkan kadar protein dalam pakan yang berasal dari ampas jagung^{4,5}.

Selain limbah pertanian, sektor perikanan juga menghasilkan limbah bernilai gizi yang belum dimanfaatkan secara optimal, salah satunya limbah ikan lele yang meliputi kepala, tulang, dan duri. Limbah ini merupakan hasil samping dari proses pengolahan ikan dan umumnya dibuang, sehingga berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan karena sifatnya yang mudah membusuk⁶. Padahal, kepala ikan lele mengandung protein sekitar 40–45% serta mineral kalsium yang cukup tinggi, sedangkan tulang dan duri ikan lele mengandung protein kasar sekitar 35–40% serta mineral kalsium dan fosfor dalam bentuk hidroksiapatit⁷.

Pemanfaatan limbah ikan lele sebagai bahan pakan ternak memiliki potensi besar karena kandungan protein hewani dan asam amino esensialnya relatif lengkap, seperti lisin dan metionin, yang sangat dibutuhkan dalam pertumbuhan ternak babi. Kombinasi antara ampas jagung sebagai sumber energi dan limbah ikan lele sebagai sumber protein diharapkan mampu menghasilkan formulasi pakan yang seimbang secara nutrisi sekaligus menekan biaya produksi pakan serta mengurangi limbah lingkungan. Untuk mengetahui potensi nutrisi campuran ampas jagung dan tepung limbah ikan lele secara akurat, diperlukan analisis kandungan protein yang andal.

Metode Kjeldahl merupakan metode analisis kimia basah yang telah diakui secara internasional oleh AOAC dan banyak digunakan dalam analisis protein bahan pangan dan pakan ternak. Metode ini bekerja dengan mengukur kandungan nitrogen total dalam sampel yang kemudian dikonversi menjadi kadar protein. Keunggulan metode Kjeldahl terletak pada tingkat akurasi dan presisinya yang tinggi serta kemampuannya menganalisis sampel dengan matriks kompleks, termasuk campuran bahan nabati dan hewani^{8,9}. Oleh karena itu, penggunaan metode Kjeldahl dalam analisis kandungan protein pada campuran ampas jagung dan tepung limbah lele sangat penting agar dapat memperoleh data yang akurat, reliabel dan dapat dijadikan dasar dalam pengembangan formulasi pakan alternatif berbasis limbah lokal¹⁰.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Protein pada Sampel dan Pembanding

Rata-rata kandungan protein pada keenam jenis sampel A_{ak}, B_{ak}, C_{ak}, A_{at}, B_{at}, dan C_{at} berturut- turut adalah 15,99; 18,99; 22,28; 15,29; 18,44; dan 21,36; yang disajikan secara lengkap dalam tabel 1.

Tabel 1 Kadar Protein pada Sampel

Sampel (Perlakuan)	Pengulangan			Total	Rata-rata (%)
	I	II	III		
A_{ak}	16,11	15,41	16,46	47,98	15,99
B_{ak}	18,86	19,19	18,91	56,96	18,99
C_{ak}	22,41	21,71	22,71	66,83	22,28
A_{at}	15,41	14,36	16,11	45,88	15,29
B_{at}	18,56	17,86	18,91	55,33	18,44
C_{at}	21,71	20,31	22,06	64,08	21,36

Selain itu, rata-rata kandungan protein pada pellet yang dijadikan sebagai pembanding yaitu Pellet 1, Pellet 2, dan Pellet 3 berturut- turut adalah 16,11; 6,71; dan 0,29 yang disajikan secara lengkap dalam tabel 2.

Tabel 2 Kadar Protein pada Pembanding

Pellet	Pengulangan			Total	Rata-rata (%)
	I	II	III		
Pellet 1	15,41	16,11	16,80	48,32	16,11
Pellet 2	6,48	6,83	6,83	20,14	6,71
Pellet 3	0,16	0,35	0,35	0,86	0,29

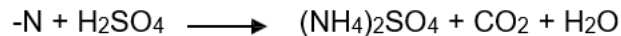
Analisis Kadar Protein Menggunakan Metode Kjeldahl

Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar protein dalam formula sampel bervariasi, yang berkisar antara 15,29 % hingga 22,28 % dengan peningkatan yang signifikan seiring bertambahnya proporsi tepung limbah ikan lele (dari 25 % dalam formula A hingga 35 % dalam formula C). Selanjutnya, perbandingan dengan pellet pembanding komersial yang memiliki kadar protein berturut-turut yaitu 16,11 %, 6,71 %, dan 0,29 % mengungkapkan bahwa campuran ini

ternyata masih di bawah standar pakan premium. Secara kritis, variasi kadar protein ini tidak hanya mencerminkan komposisi bahan baku tetapi juga efisiensi metode Kjeldahl dalam mendeteksi nitrogen total, yang dikonversi menjadi kadar protein menggunakan faktor konversi 6,25.

Pada tahap destruksi, sampel ditimbang sebanyak 0,5 gram karena jumlah ini dipilih karena cukup representatif untuk menggambarkan komposisi nutrisi pakan, sekaligus memastikan bahwa proses destruksi berlangsung sempurna tanpa menimbulkan reaksi berlebih. Jika sampel terlalu banyak, asam tidak mampu menguraikan seluruh komponen organik sehingga destruksi menjadi tidak efektif. Sebaliknya, sampel yang terlalu sedikit dapat menghasilkan kadar nitrogen yang terlalu rendah untuk dianalisis secara akurat. Setelah sampel dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl, ditambahkan 2 gram campuran katalis selenium yang terdiri dari selenium dioksida (SeO_2), kalium sulfat (K_2SO_4) dan tembaga sulfat (CuSO_4)

penambahan campuran katalis ini bertujuan untuk mempercepat proses oksidasi bahan organik dalam sampel. Selenium berfungsi sebagai katalis utama yang memicu pemutusan ikatan karbon–nitrogen pada struktur protein dan komponen organik lainnya. Kalium sulfat berperan meningkatkan titik didih larutan sehingga suhu destruksi dapat mencapai kisaran 350°C , memungkinkan pemecahan total bahan organik yang lebih resisten seperti selulosa dan lemak. Sementara itu, tembaga sulfat bekerja sebagai katalis tambahan yang membantu menjaga stabilitas reaksi dan mempercepat penguraian komponen organik kompleks yang terdapat pada bahan pakan, seperti ampas jagung dan limbah ikan lele. Selain katalis, penambahan 10 mL asam sulfat pekat merupakan Langkah yang sangat penting pada tahap destruksi. Asam sulfat pekat berperan sebagai media reaksi utama yang menguraikan senyawa organik melalui proses oksidasi kuat. Pada tahap ini, H_2SO_4 menguraikan molekul organik menjadi karbon dioksida (CO_2), air (H_2O), dan ion amonium (NH_4^+) yang akan dianalisis pada tahap berikutnya. Reaksi kimianya adalah sebagai berikut :

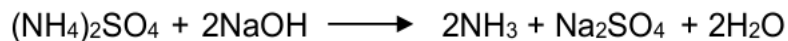


Kemampuan asam sulfat sebagai agen dehidrasi yang sangat kuat juga membantu memecah struktur bahan dengan kandungan serat dan lemak tinggi, seperti yang banyak ditemukan pada ampas jagung dan limbah ikan lele. Dengan demikian, penambahan H_2SO_4 bertujuan untuk memastikan bahwa nitrogen dalam sampel dapat dilepaskan dari struktur organik dan berubah menjadi bentuk anorganik yang stabil. Reaksi destruksi berlangsung melalui pemanasan pada suhu $150\text{--}300^\circ\text{C}$. Pemanasan pada suhu tinggi ini diperlukan untuk memastikan katalis bekerja secara optimal dan seluruh bahan organik dapat terurai. Selama proses pemanasan, larutan sampel mengalami perubahan warna yang khas, dimulai dari warna hitam menjadi kecoklatan yang menunjukkan awal pemecahan material organik, lalu berubah menjadi warna kuning dan akhirnya menjadi hijau bening. Perubahan warna menjadi hijau bening merupakan indikator penting bahwa seluruh bahan organik telah terurai sempurna dan nitrogen dalam sampel telah sepenuhnya berubah menjadi amonium sulfat. Warna hijau bening ini berasal dari ion Cu^{2+} dalam tembaga sulfat yang tampak jelas Ketika proses destruksi telah selesai dan campuran organik yang mengganggu sudah sepenuhnya hilang. Dengan demikian, kombinasi sampel yang terukur, katalis campuran selenium, asam sulfat pekat, dan pemanasan bersuhu tinggi membuat proses destruksi berlangsung efektif dan menghasilkan produk akhir berupa larutan amonium sulfat yang jernih untuk dilanjutkan pada tahap destilasi.



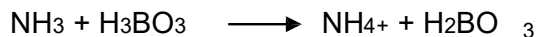
Gambar 1. Sampel hasil destruksi

Tahap ini diawali dengan pengenceran hasil destruksi di dalam labu takar 50 mL. Pengenceran bertujuan untuk menurunkan konsentrasi larutan yang sangat pekat agar reaksi peralihan dari ion amonium (NH_4^+) ke amonia (NH_3) dapat berlangsung lebih terkontrol. Selain itu, pengenceran membantu mencegah terjadinya penguapan asam sulfat yang berlebihan saat larutan dipanaskan, sehingga meningkatkan keamanan dan kestabilan proses. Selanjutnya, sebanyak 25 mL larutan hasil destruksi diambil untuk proses destilasi. Pemilihan volume ini dilakukan agar jumlah nitrogen berada dalam rentang yang ideal untuk titrasi sehingga hasil analisis menjadi akurat. Setelah itu, larutan ditambahkan 25 mL larutan NaOH 30%, yang berfungsi sebagai basa kuat untuk mengubah ion amonium (NH_4^+) menjadi amonia bebas (NH_3). Reaksi konversi NH_4^+ menjadi NH_3 hanya dapat berlangsung dalam suasana basa kuat. Sebab, tanpa kondisi basa yang cukup amonia tidak akan terlepas dan proses destilasi gagal menghasilkan gas NH_3 dalam jumlah yang dapat dianalisis. Reaksi kimianya adalah sebagai berikut :



Kemudian, Indikator fenolftalein ditambahkan ke dalam larutan untuk memastikan bahwa suasana yang terbentuk dalam kondisi basa. Perubahan warna larutan menjadi pink kecoklatan menandakan bahwa pH larutan telah berada di atas 8,2, yaitu kondisi ideal untuk pembebasan amonia. Fenolftalein tidak berfungsi dalam perhitungan nitrogen, tetapi menjadi penanda visual bahwa NaOH telah bekerja dengan baik dan lingkungan reaksi sudah sesuai untuk proses destilasi. Keberadaan warna pink ini juga membantu mengidentifikasi apabila konsentrasi NaOH kurang atau reaksi belum homogen.

Setelah suasana menjadi basa kuat, larutan kemudian dipanaskan menggunakan alat destilasi. Pemanasan ini akan menguapkan amonia dari larutan. Gas amonia yang terbentuk diarahkan ke erlenmeyer yang telah berisi larutan asam borat (H_3BO_3 2%). Pemilihan asam borat sebagai penyerap didasarkan pada kemampuannya untuk membentuk kompleks ionik stabil dengan amonia tanpa mengubah pH secara drastis. Ketika amonia bereaksi dengan asam borat, terbentuk larutan amonium-borat yang memiliki pH lebih tinggi dibanding asam borat awal, menandakan keberhasilan penangkapan amonia. Reaksi kimianya adalah sebagai berikut :



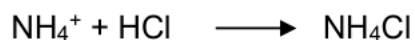
Larutan H_3BO_3 2% juga ditambahkan dengan indikator campuran yang biasanya terdiri atas metilen biru dan metil merah. Indikator ini menghasilkan warna merah muda pada kondisi asam borat sebelum menangkap amonia. Ketika amonia mulai masuk ke dalam larutan penyerap, pH naik sehingga warna larutan berubah menjadi biru bening. Perubahan warna ini merupakan tanda visual bahwa amonia telah berhasil ditangkap dan bahwa proses destilasi berlangsung dengan baik dan dapat dilanjutkan dengan tahap titrasi.



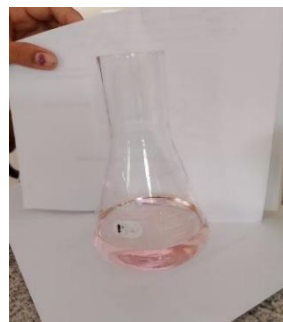
Gambar 2. Larutan Hasil Distilasi

Kemudian Tahap titrasi merupakan langkah akhir dalam Metode Kjeldahl yang bertujuan untuk menentukan jumlah nitrogen dalam sampel berdasarkan volume asam yang bereaksi dengan amonia. Pada tahap ini, larutan hasil destilasi yang sebelumnya telah menangkap amonia dalam bentuk kompleks amonium-borat dititrasi menggunakan larutan HCl 0,1 N. Asam klorida (HCl) dipilih karena merupakan asam kuat yang bereaksi sempurna dan stoikiometrik dengan amonia, sehingga jumlah HCl yang terpakai dapat mencerminkan jumlah amonia yang ditangkap, dan pada akhirnya menunjukkan jumlah nitrogen dalam sampel.

Penambahan HCl 0,1 N dan berfungsi untuk memutus ikatan kompleks amonium-borat dan mengembalikan amonia ke dalam bentuk ion amonium (NH_4^+). Reaksi ini berlangsung dalam perbandingan molar 1:1 antara HCl dan NH_3 , sehingga setiap satu mol HCl yang bereaksi mewakili satu mol nitrogen yang sebelumnya berada dalam sampel. Pemilihan normalitas 0,1 N bertujuan untuk memberikan tingkat sensitivitas yang sesuai bagi rentang kadar protein pada bahan pakan. Selama titrasi, indikator campuran yang terdapat dalam larutan penyerap H_3BO_3 berfungsi untuk menunjukkan titik akhir reaksi. Pada kondisi awal setelah destilasi, larutan penyerap tampak berwarna biru bening karena adanya kompleks amonium-borat yang bersifat basa. Ketika HCl ditambahkan, pH larutan mulai menurun seiring asam menetralkan amonia. Perubahan warna dari biru bening menjadi merah muda menandakan bahwa seluruh amonia dalam larutan telah bereaksi dengan HCl dan kondisi larutan kembali menjadi lebih asam. Reaksi kimianya adalah sebagai berikut :



Warna merah muda inilah yang menjadi indikator titik akhir titrasi, yaitu titik di mana jumlah HCl yang ditambahkan setara dengan jumlah amonia yang tersedia.



Gambar 3. Larutan Hasil Titrasi

Volume HCl yang digunakan selama titrasi kemudian dicatat sebagai dasar perhitungan kadar nitrogen dan protein. Dalam penelitian ini, volume HCl yang diperoleh menunjukkan variasi sesuai dengan komposisi formulasi sampel. Nilai volume titran yang lebih besar menunjukkan bahwa lebih banyak amonia yang dihasilkan selama destilasi, yang berarti kandungan nitrogen dan protein dalam sampel lebih tinggi.

Hasil titrasi menunjukkan bahwa blanko memerlukan 0,4 mL HCl. Nilai ini digunakan

sebagai dasar untuk mengoreksi volume HCl pada setiap sampel, sehingga perhitungan nitrogen hanya didasarkan pada nitrogen yang berasal dari sampel, bukan dari reagen atau kontaminan. Sampel A_{ak} dan A_{at} menunjukkan volume titrasi masing-masing berkisar antara 8,6 mL sampai 9,8 mL sesuai dengan komposisi formula A yang mengandung 25% limbah lele, dimana volume titrasi sampel A_{ak} cenderung lebih besar daripada volume titrasi sampel A_{at}. Perbedaan ini menunjukkan bahwa kepala lele (sampel A_{ak}) mengandung lebih banyak protein daripada tulang lele (sampel A_{at}). Sampel B_{ak} dan B_{at} yang mengandung 30% limbah lele, membutuhkan volume titrasi lebih tinggi masing-masing berkisar antara 10,6 mL sampai 11,4 mL. Hal ini menggambarkan bahwa peningkatan persentase limbah lele secara langsung meningkatkan kadar protein dalam formula. Sementara itu, sampel C_{ak} dan C_{at} dengan komposisi 35% limbah lele membutuhkan volume titrasi terbesar, yaitu berkisar antara 12,8 mL sampai 13,2 mL sehingga hal ini menegaskan bahwa formula dengan proporsi limbah lele tertinggi menghasilkan kadar protein paling besar. Dengan demikian, setiap bahan dan indikator yang digunakan pada tahap titrasi memiliki peran penting dalam memastikan akurasi perhitungan nitrogen. Penambahan HCl sebagai titran bertujuan menetralkan amonia secara stoikiometrik, indikator memberikan tanda visual titik akhir, sedangkan volume HCl yang digunakan memungkinkan perhitungan kadar nitrogen dan protein dengan presisi tinggi.

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa: Kadar protein yang diperoleh berada pada rentang 15,29 % hingga 22,28 %. Jika dibandingkan dengan tiga jenis pellet komersial, formulasi pakan alternatif ini menunjukkan kualitas protein lebih baik. Pellet komersial hanya memiliki kadar protein 16,11 %, 6,71 %, dan 0,29 %, yang sebagian besar lebih rendah daripada formula alternatif. Formula yang memenuhi sebagai pakan ternak babi adalah formula A dan B yang menghasilkan kadar protein sebesar 15-20 %. Sedangkan, Formula C tidak memenuhi untuk pakan babi karena kadar protein yang dihasilkan lebih dari 20 %.

DAFTAR PUSTAKA

1. Badan Standardisasi Nasional. 2013. Jagung sebagai Bahan Baku Pakan Ternak. SNI 4483:2013. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional.
2. Kumana. 2021. Pengaruh Substitusi Jagung Dengan Tepung Kulit Umbi Singkong Dalam Ransum Babi Lokal Peranakan Umur Pertumbuhan Terhadap Bobot Potong, Berat Karkas dan Persentase Karkas. Jurnal Teknologi Peternakan. 12 (3) : 68-76.
3. Lestari, Setiyono & Haryanto. 2021. Pemanfaatan limbah pertanian dan perikanan sebagai pakan alternatif. Jurnal Ilmu Ternak. 19 (1) : 34-41.
4. Li, Surya Dwi Arifin, Ujang Sehabudin, & Dea Amanda. 2020. Pengaruh Formulasi Pakan Berbahan Baku Tepung Ikan, Tepung Jagung, Dedak Halus Dan Ampas Tahu Terhadap Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis sp.*). Jurnal Kelautan. 6 (1) : 16-25.
5. Menke & Stingass. 2021. Metabolizable energy evaluation of corn by-products for livestock feed formulation. Journal of Animal Feed Science and Technology. 7 (3) : 25-29
6. Osborne, Ardiansyah R. Lapui1, Uti Nopriani & Helmi Mongi. 2021. Analisis Kandungan Nutrisi Tepung Jagung (*Zea mays L.*) dari Desa Uedele Kecamatan Tojo Kabupaten Tojo Una-Una untuk Pakan Ternak. Jurnal Agropet. 18 (2) : 14-21.
7. Pratama, Suhesti Fuji Lestari, Salnida Yuniarti & Zaenal Abidin. 2021.

- Pemberian Level Starter Pada Silase Jerami Jagung dan Legum Indigofera Zollingeriana Terhadap Nilai Nutrisi Pakan Ternak Ruminansia Kecil. Jurnal Peternakan. 4 (1) : 2-8.
8. Syafruddin, A., F. Rahman, and S. Nurhayati. 2020. Analisis Kadar Protein Menggunakan Metode Kjeldahl pada Sampel Pangan. Jurnal Ilmu Teknologi Pangan. 2 (5) : 29-34.
 9. Utami, S., B. Prasetyo, and R. Lestari. 2023. Pemanfaatan Tepung Limbah Lele sebagai Sumber Protein Pakan Ternak. Jakarta : AgroMedia.
 10. Yulistiani. 2024. Fermentasi Jagung (kecernaan kurang dari 50%) dalam Ransum Komplek Domba Komposit Sumatera dengan Laju Pertumbuhan kurang dari 125 gram/hari. Program Insentif Riset Terapan. Bogor : Balai Penelitian Ternak

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan meliputi : sampel ampas jagung dan limbah ikan lele, asam sulfat pekat (H_2SO_4), indikator fenolftalein, indikator campuran, natrium hidroksida (NaOH) 30 %, tembaga sulfat ($CuSO_4$), kalium sulfat (K_2SO_4), selenium dioksida (SeO_2), asam borat (H_3BO_3) dan larutan standar HCl 0,1 N.

Alat yang digunakan meliputi : timbangan analitik, aluminium foil, plastik *wrap*, oven pengering, blender, ayakan, gelas ukur, erlenmeyer, gelas kimia, pipet volume, pipet tetes, plastik *wrap*, spatula, buret, statif, corong kaca, rangkaian alat destruksi, batang pengaduk, labu takar, dan rangkaian alat destilasi.

Persiapan Sampel

Ampas jagung dikeringkan dan dihaluskan hingga diperoleh ukuran partikel yang homogen. Limbah ikan lele berupa kepala dan tulang dicuci bersih, dikeringkan, kemudian digiling hingga menjadi tepung. Kedua bahan tersebut dicampurkan berdasarkan variasi komposisi, yaitu 75% ampas jagung : 25% tepung limbah ikan lele, 70% : 30%, dan 65% : 35% (b/b). Setiap formula dibuat sebanyak dua variasi sehingga diperoleh enam sampel perlakuan. Selain itu, digunakan tiga jenis pakan pellet komersial sebagai sampel pembanding. Seluruh sampel dianalisis dengan tiga kali pengulangan (triplo).

Analisis Protein dengan Metode Kjeldahl

Analisis protein dilakukan melalui tiga tahapan utama, yaitu destruksi, destilasi, dan titrasi. Pada tahap destruksi, sampel ditimbang secara teliti dan dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl, kemudian ditambahkan asam sulfat pekat dan katalis. Campuran dipanaskan hingga larutan menjadi jernih, yang menandakan seluruh nitrogen organik telah teroksidasi menjadi amonium sulfat. Larutan hasil destruksi kemudian didinginkan dan diencerkan dengan akuades dalam labu takar. Selanjutnya dilakukan tahap destilasi dengan penambahan larutan NaOH untuk mengubah ion amonium menjadi amonia bebas. Amonia yang terbentuk didestilasi dan ditangkap dalam larutan penampung yang mengandung indikator campuran. Tahap terakhir adalah titrasi, yaitu larutan hasil destilasi dititrasi menggunakan larutan HCl 0,1 N hingga terjadi perubahan warna dari biru kehijauan menjadi merah muda bening sebagai titik akhir titrasi. Volume HCl yang digunakan dicatat untuk perhitungan kadar nitrogen.

Perhitungan Kadar Protein

Kadar nitrogen total dihitung berdasarkan volume dan normalitas larutan HCl yang digunakan pada tahap titrasi. Selanjutnya, kadar protein ditentukan dengan mengalikan kadar nitrogen dengan faktor konversi protein sebesar 6,25. Hasil analisis protein dinyatakan dalam persen (%).

Analisis Data



Data hasil analisis protein dari masing-masing formula pakan dan pellet komersial disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Data dianalisis secara deskriptif untuk membandingkan kadar protein antar formula serta menentukan formula terbaik berdasarkan kandungan protein tertinggi dan kesesuaiannya dengan standar kebutuhan protein pakan ternak babi.