

Protection of *Indigofera zollingeriana* Protein Using Condensed Tannin Extract of Sengon Leafs (*Albizia falcataria*) on Ammonia, Total Protein and Rumen Undegradaded Protein
 Proteksi Protein *indigofera zollingeriana* Menggunakan Ekstrak Tanin Kondensasi Dari Daun Sengon (*Albizia falcataria*) Terhadap Konsentrasi Amonia, Protein Total Dan Rumen Undegradaded Protein

<p>Afzalani Afzalani, Suci Maharani, Rahmi Dianita, R.A. Muthalib, Fachroerrozi Hoesni dan Raguati Raguati</p> <p><i>Program Studi Peternakan Fakultas Peternakan Universitas Jambi</i> <i>Corresponding author: afzalani@unja.ac.id</i></p>	<p>Volume 11 Issue 2 (October 2025) e-ISSN: 2550-0740 doi:10.30997/jpn.v11i2</p>
<p style="text-align: center;">ABSTRACT</p> <p>The experiment was conducted to determine the effectiveness of condensed tannin from sengon leaf extract in protection of <i>Indigofera zollingeriana</i> leaf meal protein (IZLMP). The experiment was conducted using a complete randomize design consisting of five treatments, four replications and two experimental units. The treatments was P0 : IZLMP +0% condensed tannin (CT), P1: IZLMP + 0.5% CT, P2: IZLMP + 1% CT, P3: IZLMP + 1.5% CT, P4: IZLMP + 2% CT. Parameters measured was N-ammonia, total protein, rumen undegradable protein (RUP) and ruminal pH. The experimental result showed that protection of IZLMP with CT decreased ammonia concentration, increasing total, RUP value, and without effect on ruminal pH. The results showed that the application of CT from sengon leaf extract at 2% level was effective to protect IZLMP from degradation by rumen microbes.</p>	<p style="text-align: center;">ARTICLE INFO</p> <p>Article history: Received: 10-05-2025 Revised version received: 26-05-2025 Accepted: 08-07-2025 Available online:30-10-2025</p> <p>Keywords: Condensed tannin; <i>Indigofera zollingeriana</i>;protein protection; Sengon Leafs</p> <p>How to Cite: Author name. Afzalani, A., S. Maharani, R.A. Muthalib, R. Dianita, F. Hoesni, R. Raguati (2025). Protection of <i>Indigofera zollingeriana</i> Protein Using Condensed Tannin Extract of Sengon Leafs (<i>Albizia falcataria</i>) on Ammonia, Total Protein and Rumen Undegradaded Protein. <i>Jurnal Peternakan Nusantara (JPN)</i>, vol(no), page-page. url DOI</p> <p>Corresponding Author: Author name e-mail afzalani@unja.ac.id</p>

ABSTRAK

Penelitian dilakukan melihat keefektifitasan dari tanin kondensasi (TK) asal ekstraksi dari daun sengon (DS) guna memproteksi protein tepung daun *Indigofera zollingeriana* (IZLMP). Penelitian dilaksanakan menggunakan teknik *in-vitro gas* menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), terdiri dari lima perlakuan dan empat ulangan secara *duplo*. Perlakuan penelitian yakni P0 = IZLMP + 0% Tanin kondensasi (TK), P2= IZLMP + 0,5% TK, P3 = IZLMP+ 1 % TK, P4 = IZLMP+ 1,5% TK, P5 = IZLMP + 2% TK. Peubah yang diukur pada penelitian ini yakni, konsentrasi N-amonia, protein total, Nilai *Rumen Undegraded Dietary Protein*(RUP) dan derajat keasaman (pH) cairan rumen. IZLMP terproteksi ekstrak TK asal DS menurunkan produksi ammonia ($P>0.05$), meningkatkan total protein dan RUP ($P<0,05$) serta tidak ada indikasi perubahan nilai pH cairan rumen($P>0.05$). Simpulan penelitian menunjukkan bahwa penggunaan ekstrak TK dari DS pada taraf 2% efektif dalam melindungi IZLMP dari degradasi oleh mikroba rumen..

Available online at <https://ojs.unida.ac.id/jpnu/>

Copyright (c) 2023 by Jurnal Peternakan Nusantara

**PENDAHULUAN**

Nitrogen (N) adalah zat nutrisi yang penting yang dapat membatasi produktivitas ternak ruminansia. N yang dilepaskan dalam jumlah berlebihan, dapat berfungsi sebagai polutan yang penyebab terjadinya deposisi asam, mencemari ekosistem perairan, gangguan pernapasa pada manusia, serta perubahan cuaca (Hristov *et al.*, 2019). Peningkatan produktivitas per ekor ternak melalui penggunaan sumber protein (nitrogen) yang murah dan berkualitas, dapat mengurangi biaya serta dampak lingkungan selama proses pemeliharaan ternak hingga menghasilkan produk (daging atau susu) (Afzalani *et al.*, 2021).

Pada saat ini komisi masyarakat eropa telah melarang penggunaan tepung ikan dalam pakan ternak sebagai sumber protein, oleh karena itu fokus penelitian saat ini yakni melalui studi melihat efek dari penggunaan kedelai, bunga matahari dan sumber protein yang belum banyak digunakan seperti sumber yang berasal kelompok leguminosa pohon sebagai sumber konsentrat protein hijau (*green protein concentrate*) untuk pemenuhan kebutuhan protein bagi ternak ruminansia (Belete *et al.*, 2024).

Daun *I. zolingeriana* (IZ) memiliki kadar protein mencapai 27-31% dan pencernaan protein 75-87% serta memiliki susunan asam amino dengan nilai 24.56, berkualitas tinggi serta memiliki skor asam amino hampir sama dengan bungkil kedele (Abdullah, 2010; Palupi *et al.* 2015). Akan tetapi, protein IZ memiliki tingkat degradasi di rumen tinggi dilihat dari hasil inkubasi *in-vitro* produksi ammonia mencapai 15.37 – 23.97 mg/dl pada taraf penambahan 10 – 30% dari bahan kering pakan (Afzalani *et al.* 2021). Pada saat perombakan protein pakan dirombak secara tinggi di rumen, berdampak menurunnya efisiensi untuk produksi dan sebagian besar N terekskresi melalui feses, urin, dan gas N yang berdampak negatif terhadap lingkungan (Ružić-Muslić, *et al.*, 2014). Tingginya perombakan protein dari tepung daun IZ di rumen, sehingga perlu diproteksi untuk mengurangi perombakan di rumen, sehingga dapat digunakan lebih efisien.

Proteksi protein dengan TK merupakan alternatif yang dapat dipakai sebagai agen protektan protein yang lebih baik dibandingkan dengan metode pemanasan atau menggunakan formaldehid, meningkatkan asupan protein yang tersedia bagi ternak ruminansia (Prayitno, *et al.*, 2018). Ikatan kompleks tannin-protein terjadi pada pH antara 3.5 sampai 7.0 dan terputus pada pH kecil dari 3.5 (Min and Solaiman 2018). Nilai pH tersebut sesuai dengan kondisi yang ada di abomasum, sehingga

ikatan tannin-protein kompleks akan terpisah di abomasum dan akan meningkatkan protein yang mencapai usus halus. Hasil studi Ifani et al. (2021) dan Afzalani et al. (2022), proteksi protein dari tepung kedele menggunakan ekstrak daun *mahogany* pada taraf 3% dan ekstrak daun sengon dari bahan kering secara efektif mampu meningkatkan produk fermentasi rumen, *rumen undegradable protein* (RUP) dan protein terlarut tanpa mengganggu aktivitas bakteri rumen.

Penelitian ini bertujuan untuk menguji efektifitas tannin kondensasi dari ekstrak tepung daun sengon untuk memproteksi protein tepung daun *I. zollingeriana* terhadap produksi N-ammonia rumen, produksi protein total, persentase *rumen undegradable protein* (RUP).

MATERI DAN METODE

Persiapan Bahan dan Peralatan

Daun *I. zollingeriana* dan daun sengon (*Albizia falcataria*) sebagai sumber tannin kondensasi diambil pada areal Fapet farm UNJA. Sampel dijemur, dikeringkan pada oven pada temperature 60°C selama 24 jam, digiling menggunakan mesin penggiling pada saringan berukuran 1 mm. Peralatan yang dipergunakan terdiri dari gelas piala, tabung fermentor, waterbath, labu takar 500 ml, botol reagent kapasitas 2000 ml, seperangkat peralatan kjeldal, biuret, stirrer, kertas saring whatmen 41, cawan *Conway* dan peralatan destilasi serta *rotary evaporator*.

Pelaksanaan Penelitian

Penelitian proteksi protein daun *I. zollingeriana* sebagai sumber protein *by-pass* untuk ternak ruminansia dengan menggunakan tannin kondensasi dari daun sengon, dilaksanakan dalam tiga tahap. Tahap I yakni melakukan proses ekstraksi tannin kondensasi dari daun sengon. Daun sengon dikeringkan dalam oven suhu 60°C, digiling halus dengan saringan berukuran 1 mm, dimasukkan ke dalam gelas piala, tambahkan methanol 95% dengan rasio 1:3 (w/v) serta lakukan proses maserasi dengan lama waktu 12 jam. Selanjutnya dilakukan penyaringan dengan kain bersih dan ekstrak yang diperoleh diuapkan menggunakan *rotary evaporator* hingga diperoleh ekstrak pekat. Ekstrak pekat selanjutnya dikeringkan dalam oven suhu 40°C, guna diperoleh kristal tannin.

Kadar ekstrak tannin dihitung dengan menggunakan persamaan seperti berikut:

$$\text{Kadar ekstrak} = \frac{\text{Bobot ekstrak}}{\text{bobot sampel kering oven}} \times 100\%$$

Analisis tannin kondensasi dengan cara menimbang sebanyak 5 g ekstrak tannin kering oven dalam gelas piala yang berisi aquades 175 ml dan diaduk hingga homogen. Tambahkan 28.5 ml HCL 0.28 N serta 1 ml formaldehid 37%, aduk dengan lama waktu \pm 5 menit. Saring endapan dengan kertas whatmen nomor 41 dengan pompa vakum, lalu cuci dengan aquabides. Endapan bersama kertas saring, dikeringkan dalam oven 105°C selama 8 jam dan ditimbang. Kadar tannin kondensasi dihitung dengan formula sebagai berikut:

$$\text{Kadar tannin kondensasi} = \frac{\text{Bobot endapan}}{\text{bobot ekstrak}} \times 100\%$$

Perlakuan proteksi protein dari daun *I. zollingeriana* sebagai sumber *protein bypass* menggunakan tannin kondensasi dari daun sengon terdiri atas 0%, 0.5%, 1%, 1.5% dan 2% dari berat kering (BK) sampel tepung daun *I. zollingeriana*. yang didapatkan berdasarkan perhitungan bobot kering ekstrak tanin tepung daun sengon terhadap bobot kering tepung daun *I. zollingeriana* (% b/b BK). Penambahan tannin pada tepung daun *I. zollingeriana* dilakukan dengan cara melarutkan ekstrak TK menggunakan air bebas ion, disemprotkan menggunakan *sprayer* secara merata pada sampel kemudian dikering udarakan.

Pengujian tingkat efektifitas proteksi tannin kondensasi dari ekstrak daun sengon terhadap protein tepung daun *I. zollingeriana* menggunakan teknik *in-vitro* gas. Parameter yang diukur terdiri dari kadar N-NH₃, total protein dan persentase nilai RUP.

Uji Fermentasi *In Vitro*

Donor cairan rumen diambil dari hasil pematangan ternak dirumah potong ternak Dinas Pertanian dan Peternakan Kota Jambi. Inokulum cairan rumen diambil berdasarkan prosedur *Ankom*

Technologies. Inokulum cairan rumen dimasukkan dalam botol plastik kapasitas 500 ml direndam dalam air hangat pada temperatur 39-40°C menggunakan *cold-box* dan dibawah kelaboratorium. Kemudian disaring menggunakan empat lapis kain kasa, dicampur dengan *buffer McDougall* dengan rasio 1:4 (v/v) sebanyak 2000 ml, dimasukkan ke dalam botol warna gelap dengan kapasitas 2500 ml sambil dialiri gas CO₂, kemudian pasang alat pipet dispenser otomatis kapasitas 100 ml. Prosedur pelaksanaan *in-vitro* berdasarkan pedoman Tilley dan Terry (1963).

Timbang sebanyak 0.5 g sampel penelitian, lalu dimasukkan ke dalam botol kapasitas 100 ml dan dimasukkan ke dalam oven suhu 39°C selama ± 24 jam. Selanjutnya 40 ml larutan campuran cairan rumen dan *buffer McDougall* menggunakan alat pipet dispenser otomatis, masukkan dalam botol yang berisi sampel, ditutup menggunakan penutup karet (*rubber stoper*), diklem dengan aluminium seal. Selanjutnya diinkubasikan dalam inkubator.

Pengukuran konsentrasi N-NH₃ dan protein total dilakukan setelah proses fermentasi berlangsung selama 3 jam. Hasil fermentasi selama 3 jam proses fermentasi dihentikan dengan cara memasukkan botol fermentor yang berisi sampel ke dalam air dingin. Selanjutnya dilakukan sentrifugasi selama ± 10 menit untuk memperoleh supernatannya. Supernatan diambil sebanyak 1 ml untuk dilakukan analisis N-NH₃ menggunakan metode microdifusi *Conway* (General Laboratory Procedures, 1966). Selanjutnya supernatan dan endapan diaduk kembali agar bercampur secara homogen dan digunakan untuk analisis protein total dengan menggunakan metode Kjeldahl.

Pengukuran RUP dilakukan pada proses fermentasi sampel yang berlangsung selama inkubasi 48 jam. Setelah proses inkubasi selesai, botol fermentor yang berisi sampel dikeluarkan dari inkubator dan dimasukkan ke dalam air dingin untuk menghentikan proses fermentasi. Residu disaring dengan menggunakan kertas whatman 41 dengan bantuan *vacum pump*. Residu kemudian dicuci dengan aquades dan ditimbang berat basah residunya, kemudian dimasukkan ke dalam oven suhu 105°C selama 8 jam, didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang. Selanjutnya dilakukan proses destruksi, destilasi dan titrasi untuk mengukur kadar protein menggunakan metode Kjeldahl.

Analisis Data

Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 5 perlakuan dan 4 ulangan secara duplo. Uji varians (ANOVA) digunakan untuk melihat pengaruh dari perlakuan terhadap parameter penelitian yang diukur. Untuk melihat pengaruh dari masing-masing perlakuan di menggunakan uji jarak Duncan menggunakan probabilitas $P < 0.05$. Uji polynomial orthogonal dilakukan guna melihat taraf ekstra tannin kondensasi yang optimal digunakan sebagai protektan protein dari daun *I. zollingeriana*, Data penelitian dianalisis dengan bantuan program SPSS versi 17.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian efek proteksi protein *I. zollingeriana* dengan ekstrak tannin kondensasi dari tepung daun sengon (*A. falcataria*) terhadap konsentrasi N-ammonia (N-NH₃), protein total, persentase nilai *rumen undegradable protein* (RUP) serta fermentabilitas di rumen tercantum pada Tabel 1.

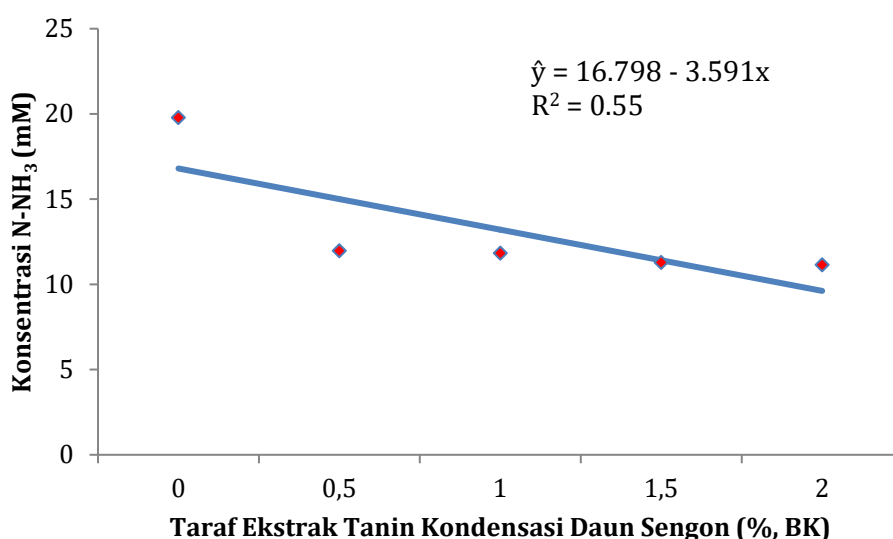
Tabel.1. Efek proteksi protein *I. zollingeriana* dengan ekstrak tannin kondensasi (TK) dari *A. falcataria* terhadap konsentrasi N-NH₃, total protein dan persentase RUP

Taraf TK (%)	N-NH ₃ (mM)	Protein Total (mg/g)	RUP (%)
0%	19.79 ^b	9.55 ^c	50.277 ^c
0.5%	11.97 ^a	21.6 ^a	53.733 ^{abc}
1.0%	11.83 ^a	16.97 ^b	57.555 ^{ab}
1.5%	11.29 ^a	16.97 ^b	53.868 ^{abc}
2.0%	11.15 ^a	10.40 ^c	59.705 ^a
SEM	0.544	2.965	1.925
P-value	<0.01	<0.01	0.029

Angka yang diikuti superskrip huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama, berebeda pada taraf $P < 0.05$.

Konsentrasi Amonia

Pengukuran produksi ammonia ($N-NH_3$) hasil degradasi pakan sumber protein penting diukur guna mengetahui ketahanan sumber protein terhadap perombakan oleh mikroba di rumen. Hasil pengukuran konsentrasi $N-NH_3$ dari dari tepung *IZ* terproteksi TK dari ekstrak DS (Tabel 1). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa konsentrasi $N-NH_3$ nyata ($P < 0.05$) semakin menurun yang dipengaruhi dengan semakin meningkatnya taraf TK yang digunakan dalam proteksi *IZ* sebagai sumber konsentrat protein hijau (*green protein concentrate*). Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak tannin kondensasi dari daun sengon (ETKDS) mampu melindungi degradasi protein *I. zollingerian* sebagai bahan pakan sumber protein hijau. Konsentrasi $N-NH_3$ perlakuan TK 0% nyata ($P < 0.05$) lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan TK 0.5%, TK 1.0%, TK 1.5% dan TK 2.0% (T2.0), sementara itu antara perlakuan TK 0.5, TK 1.0, TK 1.5 dan TK 2.0% tidak nyata berbeda ($P > 0.05$). $N-NH_3$ terbentuk dari proses deaminasi asam amino oleh aktivitas mikroba, dan dipengaruhi oleh protein dapat dicerna yang terkandung dalam pakan (Afzalani dkk., 2022). Sementara itu Hristov et al. (2019) menyatakan degradabilitas protein pakan dalam rumen dan usus merupakan karakteristik pakan sumber protein yang menentukan suplai asam amino (AA) utama yang tersedia untuk ternak ruminansia. Hubungan taraf penggunaan ETKDS dalam proteksi protein *I. zollingeriana* membentuk model persamaan linier $\hat{y} = 16.798 - 3.591x$, dimana \hat{y} : konsentrasi $N-NH_3$ dan x : taraf ETKDS, dengan nilai $R^2 = 0.55$ seperti tercantum pada Gambar 1.



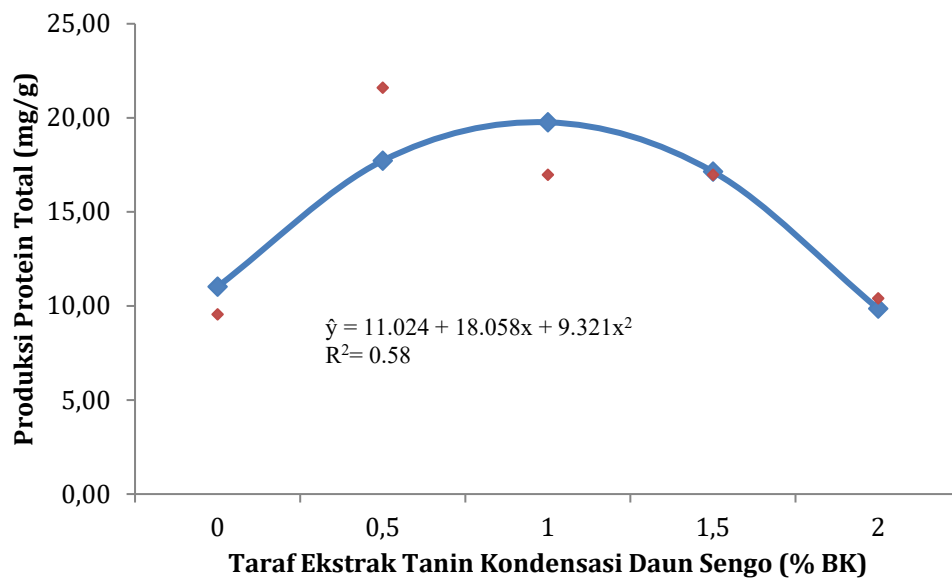
Gambar.1. Hubungan antara taraf tannin kondensasi terhadap produksi $N-NH_3$ (mM)

Dari Gambar 1 di atas terlihat bahwa produksi $N-NH_3$ menurun dengan semakin meningkatnya konsentrasi tannin kondensasi yang digunakan untuk memproteksi protein *I. zollingeriana*. Penurunan ini terjadi disebabkan karena tannin memiliki afinitas yang tinggi terhadap protein dan membentuk ikatan kompleks dengan protein. Ikatan kompleks antara tannin dan protein, menyebabkan protein tahan terhadap degradasi oleh enzim yang dihasilkan oleh mikroba rumen. Hasil yang sama dilaporkan Sasongko et al. (2022), dimana penggunaan tanin terkondensasi dalam proteksi bahan pakan berprotein tinggi, menurunkan daya cerna protein dalam rumen. Lebih lanjut dinyatakan bahwa sebagian besar enzim adalah protein, maka penurunan aktivitas enzim disebabkan karena terjadinya kompleksasi antara enzim dan tannin. Daniella et al. (2012). Namun, enzim bervariasi dalam afinitasnya terhadap tanin; dimana pengaruh potensial tanin pada enzim yang diberikan tidak dapat diprediksi. Temuan terbaru menunjukkan bahwa tanin tidak hanya sekedar sebagai penghambat, melainkan mengubah aktivitas enzim (Adamczyk et al., 2017). Tepung *IZ* berpotensi dapat digunakan sebagai sumber protein hijau karena memiliki kadar protein cukup tinggi sekitar 28.12% hampir mendekati bungkil kedele. Namun demikian, peningkatan jumlah

penggunaan *I. zollingeriana* sebagai suplemen protein menyebabkan peningkatan konsentrasi N-NH₃ rata-rata mencapai 45.66% (Afzalani dkk., . 2021).

Produksi Protein Total

Produksi protein total diukur dalam penelitian ini terutama untuk mengetahui jumlah protein yang tidak dirombak oleh aktifitas mikroba di dalam rumen serta jumlah sintesis protein mikroba yang dihasilkan dari konversi protein pakan di rumen. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa proteksi tepung *IZ* nyata ($P>0.05$) berpengaruh terhadap produksi protein total. Produksi protein total perlakuan TK 0.5% nyata ($P<0.05$) lebih tinggi dibandingkan perlakuan TK 1%, 1.5%, 2% dan TK 0%. Produksi protein total pada perlakuan TK 0.5% yang lebih tinggi disebabkan karena konsentrasi TK sebesar 0.5% belum berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroba rumen, sementara peran tannin juga terlihat mulai efektif dalam memproteksi protein dari *IZ*. Pada konsentrasi yang rendah tannin tidak berdampak negatif terhadap mikroba rumen, tetapi pada konsentrasi tertentu dapat menurunkan produksi masa sel mikroba rumen (Piñeiro-Vázquez *et al.*, 2017). Hubungan antara taraf TK dengan produksi protein nyata ($P<0.05$) membentuk persamaan regresi kuadratik $\hat{y} = 11.024 + 18.058x - 9.321x^2$, dengan $R^2 = 0.58$, seperti tercantum pada Gambar 2.



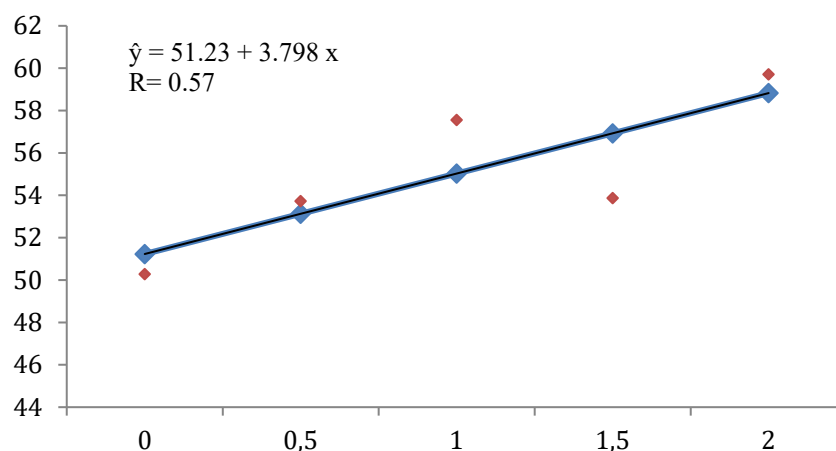
Gambar.2. Hubungan antara taraf TK dengan produksi protein total (mg/g)

Produksi total protein (Gambar 2) optimal diperoleh dari protein *I. zollingeriana* terproteksi pada taraf TK 1%. Saminathan *et al.* (2019) menyatakan bahwa TK pada taraf dan bobot molekul tertentu dapat berefek menurunkan komunitas mikroba rumen. Disamping itu, perbedaan fungsi dan karakteristik biokimia TK kemungkinan turut mempengaruhi populasi mikroba dan protein metabolisme melalui interaksi dengan enzim ekstraseluler, protein pakan dan dinding sel mikroba (Besharati *et al.*, 2022). Sementara itu taraf TK di atas 1% menyebabkan tingginya protein *IZ* yang terproteksi menyebabkan produksi protein total yang berasal dari microbial protein berkurang.

Rumen Undegradaded Protein (RUP)

Persentase rumen undegradaded protein merupakan protein bahan pakan yang tahan terhadap perombakan di rumen, dan merupakan sumber asam amino yang dicerna, serta diserab diusus halus digunakan untuk pemenuhan kebutuhan ternak ruminansia (Putri *et al.*, 2021), Hasil pengukuran efek proteksi protein *IZ* dengan ekstrak TK dari DS tercantum pada Tabel 1. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa proteksi protein *IZ* dengan ekstrak TK dari DS berpengaruh ($P<0.05$) meningkatkan persentase nilai RUP. Persentase RUP *IZ* terproteksi TK 2%, TK 1.5%, TK 1% nyata ($P<0.05$) lebih tinggi dibandingkan perlakuan TK 0%. Sementara itu antara perlakuan TK 0%,

TK 0.5% dan TK 2%, TK 1.5%, TK 1% tidak nyata ($P>0.05$) berbeda. Hubungan taraf TK dengan persentase RUDP nyata ($P<0.05$) membentuk persamaan regresi linier, seperti pada Gambar 3.



Gambar.3. Hubungan Taraf Tanin Kondensasi dengan Persentase RUP

Peningkatan taraf TK meningkatkan nilai persentase RUP dari protein *IZ* (Gambar 3). Hal ini disebabkan karena TK membentuk ikatan kompleks dengan protein dari *IZ*, sehingga tahan terhadap perombakan oleh mikroba di rumen. Tanin digunakan sebagai agen untuk proteksi protein, karena memiliki afinitas yang tinggi untuk membentuk ikatan kompleks dengan protein pakan, sehingga mikroba rumen tidak dapat mendegradasinya (Loregian et al., 2023). Tanin protein kompleks dapat terbentuk di rumen pada pH 6-7, kemudian protein akan terbebas dari ikatan kompleks di abomasum pada pH dibawah 3.5, dan kemudian protein digunakan oleh ternak ruminansia (Sharif et al., 2019). Lebih lanjut RUP akan dicerna di usus halus, dimana sekitar 80% diserap dalam bentuk asam amino bebas untuk digunakan pertumbuhan jaringan, atau mendukung produksi ternak ruminansia yang optimal (Putri et al., 2021). RUP penting untuk menyediakan asam amino yang berkualitas tinggi untuk digunakan meningkatkan produktifitas ternak ruminant dibandingkan dengan protein asal mikroba (Owens, et al., 2014).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Disimpulkan bahwa hasil penelitian penggunaan tannin kondensasi dari ekstrak daun sengon pada taraf 1.0% paling efektif digunakan untuk memproteksi protein *I. zollingeriana* dari degradasi oleh mikroba di rumen.

Saran

Perlu kajian lebih lanjut terhadap penggunaan protein *IZ* terproteksi tanin kondensasi dari DS sebagai sumber protein pakan serta efeknya terhadap performans ternak ruminansia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Rektor Universitas Jambi yang telah mendukung pendanaan melalui skim Penelitian Dasar Unggulan Fakultas Sesuai Kontrak Penelitian Nomor : 326/UN21.11/PT.01.05/SPK/2022. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada mahasiswa dan teknisi laboratorium analisis pada Fakultas Peternakan Universitas Jambi yang telah membantu dalam penelitian dan analisa di labotatorium.

REFERENCES

- Abdullah, L. (2010) 'Herbage production and quality of shrub indigofera treated by different concentration of foliar fertilizer', *Media Peternakan*, 33(3), pp. 169–175. doi: 10.5398/medpet.2010.33.3.169.
- Adamczyk, B., J. Simon, V. Kitunen, S. Adamczyk and A. Smolander. (2017) 'Tannins and Their Complex Interaction with Different Organic Nitrogen Compounds and Enzymes: Old Paradigms versus Recent Advances', *ChemistryOpen*, 6(5), pp. 610–614. doi: 10.1002/open.201700113.
- Afzalani, A., R.A. Muthalib, R. Raguati. dan E. Musnandar. (2022) 'Efek Taraf Tanin Kondensasi dalam Produksi Protein-by Pass Dari Tepung Kedele dan Pemanfaatannya Sebagai Suplemen Protein pada Kambing Perah', (November 2021).
- Afzalani, A. R.A. Muthalib, R. Dianita, F. Hoesni, R. Raguati, E. Musnandar. (2021) 'Evaluasi Suplementasi Indigofera zollingeriana Sebagai Sumber Green Protein concentrate Terhadap Produksi Gas Metan, Amonia dan Sintesis Protein Mikroba Rumen', *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 21(3). doi: 10.33087/jiubj.v21i3.1736.
- Afzalani, A., R.A. Muthalib, R. Raguati, E. Syahputri, L. Suhaza and E. Musnandar. (2022) 'Supplemental Effect of Condensed Tannins From Sengon Leaves (*Albizia Falcataria*) on in Vitro Gas and Methane Production', *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 32(6), pp. 1513–1520. doi: 10.36899/japs.2022.6.0559.
- Belete, S., A. Tolera, and U. Dickhöfer. (2024) 'Feeding Values of Indigenous Browse Species and Forage Legumes for the Feeding of Ruminants in Ethiopia: A Meta-Analysis', *Agriculture*, 14(9), p. 1475. doi: 10.3390/agriculture14091475.
- Besharati, M., A. Maggiolino, V. Palangi, A. Kaya, M. Jabbar, H. Eseceli, P. De Palo and J. M. Lorenzo. (2022) 'Tannin in Ruminant Nutrition: Review', *Molecules*, 27(23), pp. 1–26. doi: 10.3390/molecules27238273.
- Daniella, T., N. Tharayil, C.M. Preston and P.D. Gerard. (2012) 'The susceptibility of soil enzymes to inhibition by leaf litter tannins is dependent on the tannin chemistry, enzyme class and vegetation history', *New Phytologist*, 196(4), pp. 1122–1132. doi: 10.1111/j.1469-8137.2012.04346.x.
- Hristov, A. N., A. Bannink, L.A. Crompton, P. Huhtanen, M. Kreuzer, M. McGee, P. Noziere, C.K. Reynolds, A.R. Bayat, D.R. Yanez-Ruiz, J. Dijkstra, E. Kebreab, A. Schwarm, K.J. Shingfield, and Z. Yu. (2019) 'Invited review: Nitrogen in ruminant nutrition: A review of measurement techniques', *Journal of Dairy Science*, 102(7), pp. 5811–5852. doi: 10.3168/jds.2018-15829.
- Ifani, M., F.M. Suhartati, and E.A. Rimbawanto. (2021) 'Effect of Protection of Soybean Meal Using Mahogany Leaf Extract in Ruminant Diet on Rumen Fermentation Products', *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*, 26(3), pp. 96–107. doi: 10.14334/jitv.v26i3.2829.
- Loregian, K. E., D.A. B. Pereira, F. Rigon, E. Magnani, M.I. Marcondes, E. A. Baumel, R.H. Branco, P.D.B. Benedeti and E.M. Paula. (2023) 'Effect of Tannin Inclusion on the Enhancement of Rumen Undegradable Protein of Different Protein Sources', *Ruminants*, 3(4), pp. 413–424. doi: 10.3390/ruminants3040034.
- Min, B. R. and S. Solaiman. (2018) 'Comparative aspects of plant tannins on digestive physiology, nutrition and microbial community changes in sheep and goats: A review', *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 102(5), pp. 1181–1193. doi: 10.1111/jpn.12938.
- Owens, F. N., Qi, S. and Sapienza, D. A. (2014) 'INVITED REVIEW: Applied protein nutrition of ruminants-Current status and future directions', *Professional Animal Scientist*, 30(2), pp. 150–179. doi: 10.15232/S1080-7446(15)30102-9.
- Palupi, R., L. Abdullah, D.A. Astuti. (2015) 'Potensi dan Pemanfaatan Tepung Pucuk Indigofera sp. sebagai Bahan Pakan Substitusi Bungkil Kedelai dalam Ransum Ayam Petelur', *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*, 19(3), pp. 210–219.
- Piñeiro-Vázquez, A. T., J. R. Canul-Solis, J. A. Alayon-Gamboa, A. J. Chay-Canul, F. J. Ayala-Burgos, F. J. Solorio-Sanchez, C.F. Aguilar-Perez and J. C. Ku-Vera. (2017) 'Energy utilization, nitrogen balance and microbial protein supply in cattle fed Pennisetum purpureum and condensed tannins', *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 101(1), pp. 159–169. doi:

10.1111/jpn.12436.

- Prayitno, R. S., F. Wahyono, and E. Pangestu. (2018) Pengaruh Suplementasi Sumber Protein Hijauan Leguminosa terhadap Produksi Amonia dan Protein Total Ruminal Secara In Vitro', *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, 20(2), p. 116. doi: 10.25077/jpi.20.2.116-123.2018.
- Putri, E. M., M. Zain, L. Warly, and H. Hermon. (2021) Effects of rumen-degradable-to-undegradable protein ratio in ruminant diet on in vitro digestibility, rumen fermentation, and microbial protein synthesis', *Veterinary World*, 14(3), pp. 640–648. doi: 10.14202/VETWORLD.2021.640-648.
- Saminathan, M., S.K. Ramiah, H.M. Gan, N. Abdullah, C.M.V.L.Wong, Y.W. Ho & Z. Idrus. (2019) In vitro study on the effects of condensed tannins of different molecular weights on bovine rumen fungal population and diversity', *Italian Journal of Animal Science*. Taylor & Francis, 18(1), pp. 1451–1462. doi: 10.1080/1828051X.2019.1681304.
- Sasongko, W. T., Firsoni and T. Wahyono. (2022). Protein Protection to Increase Ruminant Feed Protein Efficiency in Vitro', *Proceedings of the International Conference on Improving Tropical Animal Production for Food Security (ITAPS 2021)*, 20(Itaps 2021), pp. 92–95. doi: 10.2991/absr.k.220309.019.
- Sharif, M., H. Qamar, and A.A. Wahid. (2019). Effect of Rumen Degradable Protein Concentrations on Nutrient Digestibility, Growth Performance and Blood Metabolites in Beetal Kids', pp. 249–253. doi: 10.32474/CDVS.2019.02.000150.
- Tilley, J. M. A. and Terry, R. A. (1963). A Two-Stage Technique for the in Vitro Digestion of Forage Crops', *Grass and Forage Science*, 18(2), pp. 104–111. doi: 10.1111/j.1365-2494.1963.tb00335.x.