

Daya Cerna dan Karakteristik Fermentasi Rumen dengan Penambahan Asam Amino Terenkapsulasi secara *In Vitro*

In Vitro Digestibility and Rumen Fermentation Characteristics with the Addition of Encapsulated Amino Acid

C D Talapessy¹, M Rahayuningsih², R Fidriyanto³, A Fitri³, R Ridwan^{3*}

Corresponding email:

rony_biotech@yahoo.com,
cornelia27cornelia@apps.ipb.ac.id,
d, mulyorini@apps.ipb.ac.id,
rusloo6@brin.go.id,
ainioo2@brin.go.id

¹Biotecology Study Program,
Graduate School, IPB University,
Bogor-Indonesia

²Department of Agroindustrial
Technology, IPB University,
Bogor-Indonesia

³Research Center for Applied
Zoology-National Research and
Innovation Agency (BRIN),
Cibinong-Indonesia

ABSTRACT

Amino acid protection is one of the efforts to improve livestock feed quality. Lysine is one of the limiting amino acids, which is easily degraded in the rumen, and thus requires a protection. This study aimed to determine the effect of protected lysine on cattle's digestive system and ruminal ecology *in vitro*. This study used encapsulation using xanthan gum and tannin (2% w/v) to protect lysine. The treatments consisted of P0 = unprotected amino acids; P1 = amino acids + 2 g xanthan gum; P2 = amino acids + 2 g tannin; P3 = amino acids + 2 g xanthan gum + 2 g tannin. Parameters observed included nutrient content, chemical activity, degradability of organic matter (OM) and crude protein (CP), and rumen fermentability (pH, N-NH₃, VFA, gas kinetics, and CH₄). A combination of xanthan gum and tannin coatings (P3) resulted in a higher effect ($p < 0.05$) on rumen fermentation compared to others. The Undegraded DM and CP values in the rumen were 48% and 32%, respectively, and in the pepsin-HCl were 15% and 89%. All treatments did not change the rumen fermentability. In conclusion, protected amino acids has a effect on the cattle digestion system without disturbing the rumen ecology. Combining xanthan gum and tannin coatings provides the best results than using a single type of coating.

Key words: amino acids, encapsulation, rumen fermentation, tannin, xanthan gum

ABSTRAK

Proteksi asam amino merupakan salah satu upaya dalam meningkatkan kualitas pakan ternak. Asam amino lisin merupakan penyusun makromolekul protein dan juga sebagai faktor pembatas, mudah terdegradasi di rumen sehingga diperlukan proteksi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh proteksi asam amino lisin terhadap sistem pencernaan dan ekologi rumen sapi secara *in vitro*. Metode proteksi yang digunakan adalah metode enkapsulasi dengan penyalut xanthan gum dan tanin. Xanthan Gum 2% w/v dilarutkan dalam aquadest 200 ml. Perlakuan yang digunakan terdiri dari P0 = asam amino tanpa proteksi; P1 = asam amino + 2 g xanthan gum; P2 = asam amino + 2 g tanin; P3 = asam amino + 2 g xanthan gum + 2 g tanin. Parameter yang diamati terdiri dari kandungan nutrisi, aktivitas kimia, degradasi bahan kering (BK) dan protein kasar (PK), dan fermentabilitas rumen (pH, N-NH₃, VFA, Kinetika gas dan CH₄). Hasil menunjukkan terdapat pengaruh proteksi asam amino lisin dengan menggunakan kombinasi penyalut xanthan gum dan tanin (P3) terhadap sistem pencernaan rumen. Nilai undegradasi BK dan PK pada rumen 48% dan 32% dan pepsin HCl sebesar 15% dan 89%. Hasil fermentabilitas rumen tidak berbeda nyata dari seluruh perlakuan. Simpulan penelitian ini terdapat pengaruh proteksi asam amino terhadap sistem pencernaan sapi, namun tidak mengganggu ekologi rumen sapi. Kombinasi penyalut xanthan gum dan tanin dapat memberikan hasil yang lebih baik daripada hanya menggunakan satu jenis penyalut.

Kata kunci: asam amino, enkapsulasi, fermentasi rumen, tanin, *xanthan gum*

PENDAHULUAN

Kualitas pakan sapi merupakan bagian penting dalam memenuhi kebutuhan hidup, pertumbuhan dan reproduksinya. Kecukupan nutrisi yang sesuai dengan kebutuhan ternak akan menghasilkan produktivitas yang optimal. Protein merupakan salah satu kandungan nutrisi yang diperlukan oleh ternak sapi (Cahyani *et al.* 2012). Ketersediaan sumber protein dalam pakan adalah salah satu faktor yang membatasi dalam menyusun ransum untuk sapi (Zahera *et al.* 2020). Asam amino adalah penyusun dari makromolekul protein yang menjadi salah satu komponen makanan yang penting dalam pakan ternak sapi. Asam amino diproduksi oleh tubuh dan juga diperoleh dari luar tubuh melalui pakan. Ternak sapi secara genetik memiliki kemampuan untuk memproduksi air susu (Waldi *et al.* 2017). Produktivitas ternak sapi dalam menghasilkan susu secara optimal dapat ditentukan dengan ketersediaan asam amino esensial yang terdapat dalam pakan ternak. Asam amino esensial seperti lisin dan metionin berperan penting dalam produksi susu pada ternak sapi (Mazinani *et al.* 2019). Asam amino yang tidak diproteksi sangat mudah didegradasi oleh mikroba rumen, mengalami deaminasi, dan digunakan untuk sintesis protein mikroba rumen (MP) bersama dengan kerangka karbon (Irawan *et al.* 2023). Nilai guna asam amino ini rendah kalau tidak sampai pada target usus, sehingga perlu diproteksi untuk meningkatkan nilai biologi untuk ternak. Lisin yang lolos degradasi rumen atau *bypass* ke pasca rumen berfungsi sebagai bahan dasar antibodi dalam darah, memperkuat sistem sirkulasi, mempertahankan pertumbuhan sel normal, menurunkan kadar trigliserida darah yang berlebih (Sundari *et al.* 2013). Perlindungan asam amino pada rumen sangat penting bagi pakan ruminansia karena memungkinkan asam amino tidak didegradasi oleh bakteri dalam rumen (Mazinani *et al.* 2022).

Pemanfaatan asam amino metionin dan lisin untuk pertumbuhan dan juga produksi susu pada ternak sapi secara umum diserap pada bagian usus pada ternak sapi hal inilah yang dimanfaatkan untuk menghasilkan sapi dengan produktivitas yang baik. Oleh karena itu, pengembangan proteksi asam amino dari degradasi mikroba rumen sangat diperlukan untuk meningkatkan jumlah yang diserap di usus (Mazinani *et al.* 2019). Penelitian yang dilakukan oleh Abbasi *et al.* (2018) mengenkapsulasi asam amino metionin pada sapi Holstein dengan mengamati produksi susu. Asam Amino metionin merupakan asam amino pembatas ternak sapi dalam periode laktasi.

Berkembangnya teknologi mendorong ditemukannya berbagai cara baru dalam memproteksi asam amino akibat degradasi oleh mikroba rumen. Enkapsulasi merupakan teknik yang dapat digunakan untuk memproteksi asam amino. *Xanthan gum* merupakan salah satu polisakarida yang banyak digunakan dalam teknik enkapsulasi. Bidang farmasi *xanthan gum* juga digunakan sebagai pengantar bahan

obat. Selain *xanthan gum*, penggunaan tanin juga berperan selain untuk menyalut bahan inti yaitu berikatan dengan gugus amin. Senyawa bioaktif tanin berperan juga dalam penurunan emisi metan, meningkatkan efisiensi pakan bagi ternak dan lingkungan (Hidayah 2016). Parameter karakteristik fermentasi rumen dapat digunakan sebagai salah satu indikator dalam mengevaluasi pengujian pakan aditif secara *in vitro*. Pengembangan proteksi asam amino dengan metode enkapsulasi diperlukan pengkajian lebih lanjut terhadap kondisi ekologi rumen sapi yang diuji secara *in vitro*.

METODE

Pembuatan Asam Amino Terproteksi

Proses pembuatan asam amino lisin terproteksi dilakukan dengan metode enkapsulasi menggunakan penyalut *xanthan gum* dan polifenol tanin. Proses enkapsulasi dilakukan menggunakan homogenizer digital ULTRA-TURRAX T25 (IKA, Staufen, Germany) untuk mendapatkan pencampuran partikel yang homogen (Fidriyanto *et al.* 2024). *Beads* dibuat dengan komposisi yang sesuai dengan perbandingan *xanthan gum* 2% (w/v) bahan yang akan diproteksi. *Xanthan gum* dikembangkan dalam pelarut aquadest sebanyak 200 ml dan diaduk dengan homogenizer selama 2 menit sampai homogen. Kemudian, bahan proteksi (*Xanthan gum* dan Tanin) ditambahkan sesuai perlakuan. Proses pengeringan sampel asam amino terproteksi dilakukan dalam lemari pengering selama 2 hari. Perlakuan yang dihunakan dalam penelitian ini adalah; P0 = 100 g asam amino lisin tanpa proteksi (Kontrol); P1 = 100 g asam amino lisin + 2 g *xanthan gum*; P2 = 100 g asam amino lisin + 2 g tanin; P3 = 100 g asam amino lisin + 2 g *xanthan gum* + 2 g tanin. Sampel perlakuan yang sudah kering diuji dalam 2 bentuk yaitu sampel murni 0.5 g dan sampel murni 1%/BK substrat ransum (60% Konsentrat dan 40 % hijauan).

Pengujian Proksimat

Pengujian proksimat mengacu pada standar prosedur AOAC (2005). Kandungan kimia yang dianalisis terdiri dari bahan kering (BK), kandungan abu dan protein kasar (PK). Analisis bahan kering menggunakan *oven thermoscientific* sedangkan pengujian protein kasar (PK) menggunakan metode *destruction auto analysis* dan FOSS Kjeltac 8400 analyzer unit.

Pengujian aktivitas kimia *X-ray diffraction* (XRD) dan *fourier transform infrared* (FTIR)

Analisis XRD dan FTIR mengikuti metode yang disampaikan oleh Fidriyanto *et al.*, (2024). Difraksi sinar-X diperoleh menggunakan pemegang pola yang dipasang pada instrumen XRD 7000 Shimadzu dengan radiasi monokromatik CuK ($\lambda = 0,15418$ nm). Generator digunakan pada 40 kV dan 30 mA, dan intensitas diukur dalam kisaran $10^\circ < 2\theta \sim 80^\circ$, dengan kecepatan

percobaan 2°/C. Kristalinitas (%) dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$Crystalinnity (\%) = \frac{crystalline}{(crystalline + amorphous)}$$

Sebanyak 0,5 g sampel dimasukan ke dalam alat untuk menentukan gugus fungsi yang ada di dalam sampel. Spektrum FTIR diperoleh dengan menentukan penggunaan dua alat FTIR-UATR Perkin Elmer Spectrum. Sampel masing-masing perlakuan didispersikan dalam matriks KBr (100 mg), diamati dengan cara dikompresi sampai berbentuk pelet. Pengambilan sampel diperoleh dengan menggunakan 32 scan, dalam variasi 4000 sampai 400 cm⁻¹, pada resolusi 4 cm⁻¹.

Pengujian pencernaan *in vitro*

Analisis fermentasi rumen dilakukan dengan mengikuti prosedur Theodorou *et al.*, (1994) dengan sedikit modifikasi. Sampel yang digunakan adalah sampel murni dan sampel yang dicampurkan pada substrat ransum (60% Konsentrat dan 40 % hijauan). Subtrat ransum mengandung BK dan bahan organik masing masing sebesar 93,9% dan 82,8 %BK. Sebanyak 0,5 g dari masing-masing perlakuan lisin (sampel murni) dan 0,5 g ransum dengan penambahan 1% BK sampel perlakuan lisin dimasukan ke dalam botol serum kapasitas 100 ml. Selanjutnya, fermentasi rumen dilakukan mengisi sebanyak 50 ml larutan rumen buffer ke dalam masing-masing botol serum. Cairan rumen yang digunakan diambil dari sapi PO fistula (penggunaan sapi fistula disetujui oleh Komisi Etik Penggunaan Hewan Coba BRIN No. 011/KE/02/SK/6/2022). Cairan rumen diperas dengan menggunakan kain kasa 4 lapis dan dimasukkan ke dalam termos yang dijaga kondisinya. Termos yang telah diisi dengan cairan rumen segera ditutup rapat dan dialiri gas CO₂ agar tetap dalam keadaan anaerob. Cairan rumen dalam termos segera dibawa ke laboratorium untuk dicampurkan dengan buffer McDougall. Asam amino yang telah diproteksi kemudian diuji secara *in vitro* yang terdiri dari 2 x buffer McDougall dan cairan rumen dengan rasio (2:1) pada kondisi rumen pH 6,8 dan diinkubasi selama 48 jam. Fase abomasum dengan menggunakan buffer hidroklorida dan pepsin yang memiliki pH 2,0 sampel diinkubasi selama 48 jam, pada suhu 39° C. Analisis parameter fermentasi rumen yang diukur meliputi pH, NH₃ (Souza *et al.* 2013), VFA (Sarwono *et al.* 2022), pencernaan BK dan BO (Tilley and Terry, 1963), kinetika gas (Orskov & McDonald 1979) dan metan. Pengujian degradasi asam amino menggunakan enzim pepsin HCL yang diinkubasi selama 24 jam dengan suhu 39° C. Sampel sebanyak 0,5 g

dimasukan ke dalam botol serum dan diinkubasi selama 24 jam. Setelah inkubasi selesai, sampel disaring menggunakan vakum dan dipanaskan menggunakan oven selama 4 jam kemudian ditimbang dan diuji kandungan proteinnya.

Analisis Data

Penelitian pada proteksi asam amino dan kandungan nutriennya menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 5 ulangan. Tahap fermentabilitas rumen dianalisis menggunakan rancangan acak kelompok (RAK). Hasil yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan Analysis of variance (ANOVA) dan jika terdapat perbedaan nyata dilakukan pengujian lanjut dengan uji jarak Duncan.

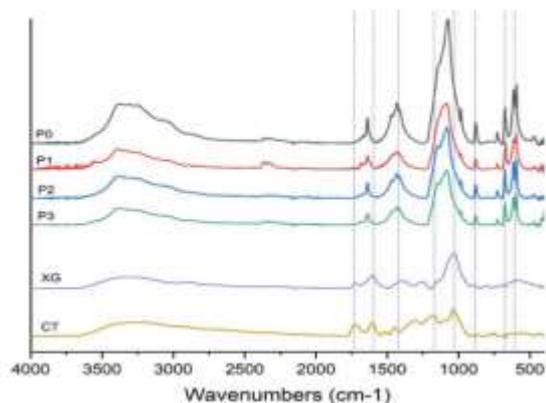
HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai bahan kering pada perlakuan menggunakan *xanthan gum* (P1), tanin (P2) dan campuran kedua bahan penyalut (P3) memiliki nilai yang tidak berbeda nyata (Tabel 1). Bahan kering yang diperoleh perlakuan dengan bahan penyalut memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan perlakuan kontrol (P0) sebesar 90,9±0,20. Hal ini menunjukkan bahwa proses enkapsulasi asam amino lisin telah tercampur dengan homogen. Pemberian penyalut *xanthan gum* dapat mempengaruhi kadar air dalam sampel. Hal ini dikarenakan *xanthan gum* mampu membentuk ikatan hidrogen dengan gugus hidroksil (-OH), serta memiliki kemampuan pengikatan yang dapat menurunkan volume dan penguapan air (Gustiani *et al.* 2018). Protein kasar pada kontrol (P0) memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Nilai protein kasar pada perlakuan dengan pemberian penyalut memiliki nilai yang lebih kecil dari kontrol dapat disebabkan karena penambahan penyalut dalam proses enkapsulasi yang dilakukan. Nilai perlakuan dengan tanin (P2) menunjukkan tingkat kristalis yang lebih tinggi dibandingkan dari perlakuan lainnya. Nilai P1 dan P3 memiliki nilai yang tidak jauh berbeda. Pada Tabel 1 menunjukkan terjadinya perubahan struktur kristalin dan amorph dari asam amino lisin yang diproteksi dengan *xanthan gum*, tanin dan campurannya. Perubahan struktur kristalin dan amorph sangat jelas terlihat pada perlakuan tanin (P2) ketika dibandingkan

Tabel 1 Hasil proksimat asam amino lisin terproteksi dan analisis XRD

Parameter	P0	P1	P2	P3	p-value
Bahan kering (%)	90,9±0,20 ^a	93,3± 1,45 ^b	94,0± 0,83 ^b	93,6±0,31 ^b	<0,001
Kadar abu (%)	74,6±1,11 ^b	71,2±1,30 ^a	71,6±1,15 ^a	70,3±0,85 ^a	<0,001
Protein kasar (%)	10,40±0,12 ^d	7,65±0,31 ^a	9,46±0,52 ^c	8,68±0,21 ^b	<0,001
Kristalin (%)	74,66	84,21	89,23	84,85	NA*
Amorps (%)	25,34	15,79	10,76	15,15	NA*

Keterangan: P0 =100 g kontrol (lisin komersial), P1 = P0+ 2 g Xanthan gum, P2= P0+ 2g Tanin chesnut, P3= P0+2 g Xanthan gum+ 2 g Tanin chesnut. Superskrip yang berebda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata p<0,05



Gambar 1 Hasil FTIR asam amino lisin terproteksi dan penyalutnya

dengan perlakuan kontrol (P0). Tanin diketahui memiliki aktivitas pengikat protein pada pakan. Terjadi perubahan pada struktur kristalin dan amorf penting karena dapat menunjukkan bagaimana bahan penyalut seperti *xanthan gum* dan tanin dapat mempengaruhi struktur fisik asam amino lisin. Struktur kristalin yang lebih tinggi biasanya terkait dengan kestabilan yang lebih besar dan efisiensi enkapsulasi yang lebih baik, yang dapat berdampak pada pelepasan dan ketersediaan nutrisi selama proses pencernaan.

Penggunaan asam amino terproteksi menghasilkan spectrum FTIR masing-masing yang ditunjukkan pada Gambar 1 dengan panjang gelombang sekitar 1500- 1700 cm^{-1} . Asam amino lisin menurut De meutter & Goormaghtigh (2021) menyatakan bahwa lisin berada pada panjang gelombang 1445-1651 cm^{-1} . Pada panjang gelombang 1500-1750 cm^{-1} menunjukkan perbedaan antara asam amino yang terproteksi dengan bahan penyalutnya saja.

Kecernaan secara *in vitro* pada penelitian ini dilakukan dengan menguji sampel murni. Hasil penelitian yang ditunjukkan pada Tabel 2, bahwa nilai pH pada semua perlakuan berkisar 6,97-7,01. Nilai pH pada setiap perlakuan tidak berbeda sehingga dapat dikatakan penambahan bahan penyalut pada asam amino tidak mempengaruhi nilai pH pada rumen. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Mirahsanti *et al.* (2022) menyatakan

bahwa pH 6-7 dalam rumen dapat mendukung ekologi pertumbuhan mikroba rumen. Nilai konsentrasi $N-NH_3$ yang diperoleh menunjukkan bahwa setiap perlakuan tidak terjadi perbeda yang signifikan.

Produksi $N-NH_3$ dipengaruhi oleh kandungan protein bahan dan tingkat degradabilitasnya dalam rumen. Nilai undergradasi PK pada (Tabel 2) dari ke empat perlakuan dengan campuran penyalut *xanthan gum* dan tanin (P3) memiliki kecenderungan nilai undergradasi PK yang lebih besar dari ketiga perlakuan lainnya, sedangkan pada kontrol memiliki nilai undergradasi PK lebih kecil. Hal ini berarti terjadi adanya kecenderungan degradasi yang lebih besar pada P0 karena tidak diberikan penyalut. Total produksi gas yang diperoleh merupakan hasil pengukuran total gas *in vitro* yang dilakukan hanya menggunakan sampel murni. Hasil pengukuran gas yang diperoleh dengan rata-rata 6,4 sampai 9,2. Hasil pengukuran produksi gas CH_4 keempat perlakuan tidak terjadi perbedaan yang signifikan.

Kecernaan bahan kering (KCBK) dan bahan organik (KCBO) berperan untuk mengindikasikan banyaknya pakan yang didegradasi oleh mikroba rumen (Zahera *et al.* 2015). Nilai KCBK dan KCBO yang dihasilkan masing-masing berkisar 62,2%-64,6% dan 62,4%-65%. Menurut Lestari *et al.* (2015) melaporkan bahwa KCBK pada berbagai jenis ransum sapi perah di perternakan rakyat berkisar 66,4%-70,71%. Pada Tabel 3. menunjukkan bahwa nilai pH perlakuan R1, R2, R3 dan kontrol (R0) mempunyai nilai pH sama yaitu masing-masing berkisaran 6,91; 6,97; 6,94 dan 6,99. Hal ini masih dapat dikatakan normal pada ekologi rumen sapi. Hasil perhitungan total metan pada setiap perlakuan menunjukkan bahwa pada perlakuan tanpa proteksi (R0) memiliki nilai total metan yang lebih tinggi dari ketiga perlakuan lainnya. Pemberian penyalut pada asam amino dapat memberikan nilai metan yang lebih rendah dari perlakuan kontrol (R0). Sedangkan pada pencernaan bahan organik dan bahan kering pada R0 lebih kecil dibandingkan dengan perlakuan menggunakan bahan penyalut. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan 1% BK asam amino tidak mengganggu pencernaan pakan di rumen. Penggunaan penyalut tanin yang bersifat menurunkan aktivitas mikroba juga tidak mengganggu pencernaan pada pakan.

Tabel 3 Karakteristik fermentasi rumen dengan penambahan penggunaan lisin terproteksi pada substrat ransum

Parameter	P0	P1	P2	P3	p-value
pH	6,99±0,07	6,91±0,05	6,97±0,06	6,94±0,04	>0,05
$N-NH_3$ (mM)	5,53±0,28	5,71±0,58	5,44±0,28	5,29±0,28	>0,05
Total produksi gas (mL)	95,8±2,45	95,8±3,03	94,6±3,15	93,0±4,77	>0,05
KCBK (%)	62,19±4,73	64,19±2,72	63,55±1,80	64,64±1,89	>0,05
KCBO (%)	62,42±5,57	64,59±3,07	63,41±2,30	65,04±2,55	>0,05
Total metan (mL)	2,50±0,90	2,08±0,29	2,16±0,55	2,3±0,50	>0,05

Keterangan; P0 =100 g kontrol (lisin komersial), P1 = P0+ 2 g Xanthan gum, P2= P0+ 2g Tanin chesnut, P3= P0+2 g Xanthan gum+ 2 g Tanin chesnut; KCBK= kecernaan bahan kering, KCBO= kecernaan bahan organik.

Tabel 4 Kinetika gas dan konsentrasi metan dalam fermentasi rumen pada substrat ransum

Parameter	P0	P1	P2	P3	p-value
Kinetika gas					
L	-8,79±1,41	-9,00±1,09	-8,88±0,89	-7,86±1,14	>0,05
B	106,27±1,89 ^b	106,16±3,01 ^b	105,24±3,54 ^b	102,81±4,16 ^a	<0,05
C	0,0786±0,0067 ^{ab}	0,0802±0,0079 ^b	0,0780±0,0079 ^{ab}	0,0754±0,0061 ^a	<0,05
Produksi metan jam ke-					
12	0,20±0,14	0,20±0,23	0,20±0,14	0,20±0,20	>0,05
24	1,40±0,62	1,10±0,16	1,29±0,47	1,27±0,47	>0,05
48	0,90±0,54	0,90±0,48	0,79±0,40	0,69±0,31	>0,05

Keterangan; P0 =100 g kontrol (lysin komersial), P1 = P0+ 2 g Xanthan gum, P2= P0+ 2g Tanin chesnut, P3= P0+2 g Xanthan gum+ 2 g Tanin chesnut; Superskrip dengan huruf berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan (p<0,05); L; Lag/waktu jeda, B; produksi gas, C; Kecepatan/ laju Produksi

Hasil analisis total produksi gas antara perlakuan dan kontrol sampel murni dan total produksi gas *in vitro* dengan penggunaan substrat rumput dan konsentrat disajikan pada Tabel 2 dan 3. Pengujian total gas pada sampel murni dan juga penggunaan substrat rumput dan konsentrat memiliki nilai yang tidak berbeda nyata. Pada pengujian sampel murni memiliki nilai total gas kontrol yang sama dengan penggunaan tanin. Namun, memiliki nilai yang relatif berbeda dengan R1 dan R3. Pengaruh perlakuan *in vitro* terhadap kinetika gas (Tabel 4) dapat dilihat dari nilai penurunan jeda (L), produksi gas (B) dan kecepatan laju produksi (C). Nilai penurunan jeda pada setiap perlakuan tidak mengalami perbedaan yang signifikan. Sedangkan pada nilai produksi gas perlakuan kontrol mempunyai nilai yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Kecepatan laju produksi perlakuan *xanthan gum* (R1) tidak berbeda nyata dengan kontrol dan lebih kecil dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Penggunaan campuran *xanthan gum* dan tanin (R3) menghasilkan produksi gas (B) yang paling rendah dan memiliki penurunan jeda terpendek dibandingkan perlakuan lain. Produksi metan pada jam ke-12 untuk setiap perlakuan dengan penyalut dan juga kontrol memiliki nilai yang sama yaitu 0,2 ml. Pengamatan *in vitro* pada jam ke-24 mengalami peningkatan dan pada jam ke-48 mengalami penurunan. Nilai metan pada kontrol dan perlakuan dengan penyalut tidak memberikan perbedaan yang nyata, tetapi secara angka terlihat adanya penurunan gas metan di rumen sekitar 10-18% dengan adanya bahan penyalut. Penambahan

bahan penyalut mempengaruhi produksi gas dan metan dibandingkan dengan kontrol (R0).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata (p<0,05) terhadap degradasi BK dan protein. Dari hasil penelitian degradasi asam amino pasca rumen dengan menggunakan enzim pepsin-HCl menunjukkan bahwa pada pengujian hasil degradasi bahan kering P0 memiliki nilai degradasi tertinggi sebesar (91,9%) dan degradasi protein sebesar 53,1%. Pemberian penyalut *xanthan gum* memberikan pengaruh terhadap penurunan degradasi bahan kering menjadi 89,2% dan degradasi protein menjadi 15,9%. Penelitian yang dilakukan Zhao *et al.* (2020) menyatkan bahwa *xanthan gum* berperan untuk melindungi suatu senyawa dari proses degradasi. Penggunaan penyalut tanin (P2) lebih efektif dalam mengurangi degradasi bahan kering sebesar 86,3% dibandingkan dengan penggunaan penyalut *xanthan gum* (P1) serta memiliki nilai degradasi protein 37,1%. Suplementasi tanin dapat berperan dalam proses menurunkan degradasi bahan kering (Luber *et al.* 2022). Perlakuan tanin dan *xanthan gum* (P3) menunjukkan perlindungan terbaik dengan degradasi bahan kering terendah yaitu 84,8% dan degradasi protein 10,3%. Penggunaan bahan penyalut seperti *xanthan gum* dan tanin pada asam amino mampu mengurangi proses degradasi asam amino oleh enzim pepsin HCl. Nilai undegradasi protein menunjukkan seberapa banyak protein yang tidak mengalami proses degradasi. Tingginya protein yang dapat dicerna dan diserap oleh organ pasca rumen dapat meningkatkan produksi susu (Imran *et al.* 2017).

Tabel 5 Degradasi asam amino lisin terproteksi pada pascarumen dengan enzim pepsin HCl

Parameter	P0	P1	P2	P3	p-value
Degradasi BK (%)	91,9±1,10 ^a	89,2±2,79 ^a	86,3±1,23 ^b	84,8±2,54 ^b	<0,05
Undegradasi BK (%)	8±1,10 ^a	10,7±2,79 ^a	13,6±1,23 ^b	15,1±2,54 ^b	<0,05
Degradasi protein (%)	53,1±9,26 ^c	15,9±12,1 ^a	37,1±9,07 ^b	10,3±6,75 ^a	<0,05
Undegradasi protein (%)	46,8±1,10 ^a	84±2,79 ^c	62,8±1,23 ^b	89,6±2,54 ^c	<0,05

Keterangan; P0 =100 g kontrol (lysin komersial), P1 = P0+ 2 g Xanthan gum, P2= P0+ 2g Tanin chesnut, P3= P0+2 g Xanthan gum+ 2 g Tanin chesnut, BK= bahan kering, Superskrip dengan huruf berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan (p<0,05)

SIMPULAN

Metode enkapsulasi memberikan aktivitas proteksi asam amino dari sistem pencernaan sapi dengan ada kecenderungan meningkatkan nilai undegradasi bahan kering (BK) dan protein kasar (PK) pada rumen dan pasca rumen namun tidak mengganggu ekologi rumen sapi. Kombinasi penyalut *xanthan gum* dan tanin dapat memberikan hasil yang lebih baik daripada hanya menggunakan satu jenis penyalut atau tanpa proteksi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada RIIM BRIN-LPDP yang telah memberikan dana penelitian dengan No. B-803/ 7.5 /FR/ 6/2022 and B-1373/III.5/ PR.03.08/ 6/2022 dan penelitian/pengujian ini didukung oleh fasilitas riset, dan dukungan ilmiah serta teknis dari Laboratorium Karakterisasi Genomik dan Lingkungan di Badan Riset dan Inovasi Nasional.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi I H R, Abbasi F, El-Hack M E A, Swelum A A, Yao J & Cao Y. 2018. Post-ruminal effects of rumen-protected methionine supplementation with low protein diet using long-term simulation and in vitro digestibility technique. *AMB Express*. 8(1): 4-8.
- AOAC. 2005. Official Method of Analysis (AOAC International, Arlington, 2005)
- Cahyani R D, Nuswantara L K & Subrata A. 2012. Pengaruh proteksi protein tepung kedelai dengan tanin daun bakau terhadap konsentrasi amonia, undegraded protein dan protein total secara *In Vitro*. *Animal Agricultural Journal*. 1(1): 159 -166.
- De Meutter R & Goormaghtigh E. 2021. Evaluation of protein secondary structure from FTIR spectra improved after partial deuteration. *European Biophysics Journal*. 50:613-628.
- Fidriyanto R, Juansilfero AB, Sarwono KA, Ridwan R, Nahrowi N, & Jayanegara A. 2024. Enhancing physicochemical, rheological properties, and in vitro rumen fermentation of starch with *Melastoma candidum* D. Don fruit extract. *Animal Science Journal*. 95 (1):e13950.
- Gustiani S, Helmy Q, Kasipah & Novarini E. 2018. Produksi dan karakterisasi gum xanthan dari ampas tahu sebagai pengental pada proses tekstil. *Arena Tekstil* 32(2): 51-58.
- Hidayah N. 2016. Pemanfaatan senyawa metabolit sekunder tanaman (tanin dan saponin) dalam mengurangi emisi metan ternak ruminansia. *Jurnal Sains Peternakan Indonesia*. 11(2) :89-98.
- Imran M, Pasha TN, Shahid MQ, Babar I & Haque Naveed MNU. 2017. Effect of increasing dietary metabolizable protein on nitrogen efficiency in Holstein dairy cows. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*. 30(5):660-665.
- Irawan A, Sofyan A, Wahyono T, Harahap MA, Febrisiantosa A, Sakti AA, Herdian H & Jayanegara A. 2023. Relationships between dietary rumen-protected lysine and methionine with the lactational performance of dairy cows—A meta-analysis. *Animal Bioscience*, 36(11): 1666.
- Lestari DA, Abdullah L & Despal. 2015. Comparative study of milk production and feed efficiency based on farmer best practices and National Research Council. *Media Peternakan*. 38(2): 110- 117.
- Luber Y A, Afdal M, Adriani A, & Darsil D. 2022. Kecernaan in-sacco bahan kering, bahan organik, dan serat kasar daun bangun bangun (*Coleus amboinicus* L) yang diproteksi kapsul, saponin dan tanin. *Jurnal Wahana Peternakan*. 6. (1): 38-42.
- Mazinani M, Naseria AA, Rude B, Valizadeh R & Tahmasbi A. 2019. Production of rumen-protected essential amino acids with chemical technique. *Biosciences Biotechnology Research Asia*. 16(4):789-795
- Mirahsanti NPN, Suarjana IGK, & Besung INK. 2022. Angka lempeng total bakteri dan pH pada cairan rumen sapi bali jantan yang dipotong di rumah pemotongan hewan pesanggaran. *Buletin Veteriner Udayana* 4(5); 446-451.
- Orskov ER & McDonald I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *The Journal of Agricultural Science*. 92(2): 499-503.
- Sarwono KA, Rohmatussolihat R, Watman M, Ratnakomala S, Astuti WD, Fidriyanto R, Ridwan R, & Widyastuti Y. 2022. Characteristics of fresh rice straw silage quality prepared with addition of lactic acid bacteria and crude cellulase. *AIMS Agriculture and Food*. 7(3): 481-499.
- Souza, NKP, Detmann, E, Valadares Filho, SC, Costa VAC, Pina DS, Gomes DI, Queiroz AC, & Mantovani HC. 2013. Accuracy of the estimates of ammonia concentration in rumen fluid using different analytical methods. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia*. 65(6): 1752-1758.
- Theodorou MK, Williams BA, Dhanoa MS, McAllan AB, & France J.1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*. 48(3-4): 185-197.
- Tilley, JMA & Terry R A. 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Grass and Forage Science*. 18(2): 104-111.
- Waldi L, Suryapratama W, & Suhartati FM. 2017. Pengaruh penggunaan bungkil kedelai dan bungkil kelapa dalam ransum berbasis indeks sinkronisasi energi dan protein terhadap sintesis protein mikroba rumen sapi perah. *Journal of Livestock Science and Production*. 1(1): 1-12.
- Zahera R, Permana IG & Despal. 2015. Utilization of mungbean's greenhouse fodder and silage in the ration for lactating dairy cows. *Media Peternakan*. 38(2):123-131.
- Zahera R, Anggaraeni D, Rahman ZA & Evvyernie. 2020. Pengaruh kandungan protein ransum yang berbeda terhadap kecernaan dan fermentabilitas rumen sapi perah secara *in vitro*. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*. 18(1): 1-6.
- Zhao L, Pan F, Mehmood A, Zhang Y, Hao S, Rehman AU, Li J, & Wang Y. 2020. Protective effect and mechanism of action of *xanthan gum* on the color stability of black rice anthocyanins in model beverage systems. *International Journal of Biological Macromolecules*. 18 (2000): 3800-3807.