

## REVIEW: EKSPLORASI INDEKS SINKRONISASI PROTEIN-ENERGI BAHAN PAKAN UNTUK TERNAK PERAH SECARA *IN VITRO*

Afduha Nurus Syamsi\*, Yusuf Subagyo, Hermawan Setyo Widodo, dan Merryafinola Ifani

Laboratorium Produksi Ternak Perah, Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Indonesia

\*Email korespondensi: afduha.nurus.syamsi@unsoed.ac.id

**Abstrak.** Prinsip penyusunan bahan pakan pada ternak perah adalah mengoptimalkan sintesis protein mikroba rumen. Hal ini dapat dilakukan dengan indeks sinkronisasi protein-energi (SPE). Penyusunan ransum model ini membutuhkan informasi indeks SPE dari masing-masing bahan pakan, sedangkan informasinya tidak terinventarisir dengan baik. Selain itu, teknik pengumpulan data indeks SPE dengan metode *in sacco* cukup menyulitkan, sehingga perlu dilakukan kajian secara *in vitro*. Tujuan review ini adalah untuk merangkum serangkaian penelitian yang telah dilaksanakan mengenai indeks SPE melalui metode *in vitro* dan menarik kesimpulan penting untuk pengembangan penelitian sejenis pada masa mendatang. Hasil review mendapatkan data bahwa bahan pakan yang tergolong pada indeks SPE tinggi yaitu **Rumput:** Gajah (0,72), **Jerami:** Kacang Tanah (0,71) dan Kedelai (0,74), **Konsentrat:** Onggok (0,71-0,90), Gaplek (0,94), Tepung Jagung (0,87) dan Roti (0,94), serta **Bungkil:** Kelapa (0,72-0,74), kedelai (0,74-0,77), dan inti sawit (0,71). Indeks SPE medium meliputi **Rumput:** Raja (0,58-0,66), Odot (0,66), Benggala (0,58), Setaria (0,68)), **Jerami:** Jagung dan ubi jalar (0,63), **Legum:** Indigofera (0,48), Gamal (0,47), Kelor (0,46), **Ramban:** Nangka (0,69), Singkong (0,55), Kersen (0,47), serta **Konsentrat:** Pollard (0,42-0,57), Bekatul (0,50), CGF (0,65), Kleci (0,63) dan Ampas Kecap (0,61). Indeks SPE rendah meliputi **Jerami:** Padi (0,29), **Legum:** Turi (0,34-0,42), Lamtoro (0,31-0,34), Kaliandra (0,31), **Ramban:** Pisang (0,35), **Konsentrat:** Dedak (0,29-0,54), Tepung Ikan (0,31), dan Ampas Tahu (0,37-0,59). Hasil review menyimpulkan bahwa berdasarkan kajian *in vitro*, masing-masing bahan pakan memiliki indeks sinkronisasi protein-energi (SPE) yang berbeda. Bahan pakan dengan rasio bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) dan protein, kadar serat, dan anti nutrisi yang semakin rendah, akan menghasilkan indeks SPE yang tinggi.

**Kata kunci:** pakan, ternak perah, indeks, sinkronisasi protein-energi, eksplorasi

**Abstract** The principle of dairy ration arrangement is to optimize ruminal microbe protein synthesis (MPS). It can be done with the protein-energy synchronization index (PES). The method requires information on the PES index of each feed ingredient, while the information is not properly inventoried. In addition, the PES index data collection technique using the *in sacco* method is quite difficult, so an *in vitro* study is necessary. The aims of this review is to summarize a series of studies that have been carried out regarding the PES index using *in vitro* methods and draw important conclusions for the development of similar studies in the future. The results of the review obtained data that the feed ingredients belonging to the high PES index were **Grass:** Elephant (0.72), **Straws:** Peanuts (0.71) and Soybean (0.74), **Concentrates:** Cassava Waste (0.71-0, 90), Dried Cassava (0.94), Mize Flour (0.87) and Bread Flour (0.94), and Meal: Coconut (0.72-0.74), Soybean (0.74-0.77), and palm kernel (0.71). Medium PES index includes **Grass:** King (0.58-0.66), Dwarf Elephant (0.66), Guinea (0.58), Setaria (0.68)), **Straws:** Mize and Sweet Potato (0.63), **Legumes:** Indigofera (0.48), Gliricidia (0.47), Moringa (0.46), **Browses:** Jackfruit (0.69), Cassava (0.55), Muntingia (0.47), and **Concentrates:** Wheat Bran (0.42-0.57), Rice Polish (0.50), CGF (0.65), Soybean Hulls (0.63) and Soy Sauce Dregs (0.61). The low PES index includes **Straws:** Rice (0.29), **Legumes:** Sesbania (0.34-0.42), Leucaena (0.31-0.34), Calliandra (0.31), **Browses:** Banana (0.35), **Concentrates:** Rice Bran (0.29-0.54), Fish Meal (0.31), and Tofu Dregs (0.37-0.59). The results of the review concluded that based on *in vitro* studies, each feed ingredient has a different protein-energy synchronization index (PES). Feed ingredients with lower ratios of nitrogen free extracts (NFE) and protein, fiber content, and anti-nutrients will result in a high PES index.

**Keywords:** dairy, feedstuffs, index, protein-energy synchronization, exploration

### Pendahuluan

Prinsip penyusunan ransum bagi ternak perah sangat berbeda dengan monogastrik. Hal tersebut sangat berkaitan erat dengan fisiologi pencernaan ternak perah sebagai ruminansia. Ruminansia merupakan *sub ordo* dari kelas mamalia yang juga merupakan golongan herbivora. Kebutuhan pakan ternak perah lebih dari sama dengan 60% atau utamanya berasal dari sumber serat seperti rumput

atau limbah pertanian. Oleh karena itu, ternak perah sangat bergantung pada proses pencernaan fermentatif yang terjadi pada *reticulo-rumen* (R-R). Proses fermentasi pakan di dalam R-R pada prinsipnya di kontrol oleh kinerja mikroorganisme rumen. Pakan yang dimakan lebih dari 80% dimanfaatkan oleh mikroba (Das et al., 2014). Timbal balik dari aktivitas mikroba ini yaitu menghasilkan sebagian besar kebutuhan protein dan energi bagi ternak itu sendiri.

Sintesis protein mikroba (SPM) menjadi perhatian utama dalam penyusunan ransum. Proses SPM utamanya dipengaruhi oleh amonia ( $\text{NH}_3$ ) dan energi, selain itu juga didukung dengan kofaktor yang berbeda-beda pada setiap jenis mikroba rumen. Sumber utama  $\text{NH}_3$  dan energi harus tersedia secara simultan untuk terlaksananya SPM yang optimum (Ginting, 2005). Ketersediaan  $\text{NH}_3$  yang lebih tinggi dibandingkan energi akan menyebabkan terbuangnya protein atau bahkan terjadinya *urea toxicity*. Hal tersebut disebabkan karena energi merupakan faktor pembatas penggunaan  $\text{NH}_3$  dalam proses SPM. Penyediaan kedua sumber pertumbuhan SPM ini dapat diupayakan melalui sinkronisasi protein dan energi (Widyobroto, Budhi, dan Agus, 2007).

Ginting (2005) dalam reviewnya menjelaskan bahwa penyusunan ransum berbasis sinkronisasi protein dan energi dapat ditempuh melalui 3 metode. Metode tersebut antara lain sistem pragmatis sinkronisasi protein dan energi, sistem *cornell net carbohydrate and protein system* (CNCPS), dan sistem indeks sinkronisasi protein dan energi (SPE). Metode indeks SPE merupakan salah satu yang menarik dan belum banyak dikembangkan di Indonesia. Sinclair et al. (1993) merupakan pencetus metode ini, dimana indeks ditetapkan pada skala 0 hingga 1. Ransum dengan indeks mendekati 1 memiliki peluang penyediaan  $\text{NH}_3$  dan energi yang paling simultan.

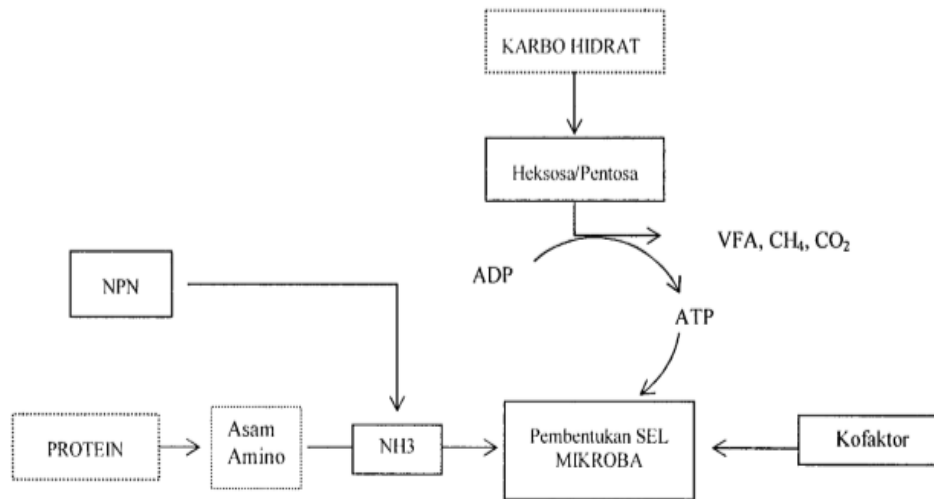
Indeks sinkronisasi ditentukan melalui pengujian degradabilitas karbohidrat atau bahan organik dan protein per jam melalui teknik *in sacco* (Hermon et al., 2008). Metode ini terbilang cukup sulit karena membutuhkan ternak berfistula. Silva et al. (2013) mengembangkan metode pengujian degradabilitas bahan organik dan protein per jam melalui teknik *in vitro*. Ginting (2005) menyatakan bahwa data tingkat degradasi bahan pakan lokal juga belum ada dan tidak terinventarisir, sehingga perlu diuji tingkat degradasinya, terutama protein dan BO masing-masing bahan pakan. Syamsi, Suhartati, dan Suryapratama (2017) selanjutnya melakukan konsep serupa untuk mengeksplorasi indeks SPE berbagai bahan pakan untuk ternak perah. Oleh karena itu, review ini ditujukan untuk merangkum serangkaian penelitian yang telah dilaksanakan mengenai indeks SPE melalui metode *in vitro* dan menarik kesimpulan penting untuk pengembangan penelitian sejenis pada masa mendatang.

## Kajian Teoritis dan Empiris

### Prinsip Indeks Sinkronisasi Protein-Energi (SPE)

Pengertian sinkronisasi dapat dikaitkan dengan hubungan asosiatif positif yaitu pemanfaatan suatu nutrisi meningkat ketika dikombinasikan dengan nutrisi lain pada waktu dan jumlah yang tepat (Ginting, 2005). Nutrisi yang sangat penting perannya bagi kinematika fermentasi rumen adalah protein dan karbohidrat. Laju degradasi protein dan karbohidrat di dalam rumen dapat memberikan pengaruh yang besar bagi produk akhir fermentasi rumen dan produksi ternak. Seo et al. (2010) memberi pengertian sinkronisasi sebagai suatu tindakan pengaturan tingkat degradasi protein (*Non protein nitrogen* (NPN) dan rumen *degradable true protein*) dan energi (Karbohidrat fermentabel (CHO)) di dalam rumen secaraimbang untuk mengoptimalkan suplai N-Protein dan energi, sehingga mikroorganisme rumen dapat memanfaatkan keduanya secara simultan. Hubungan antara ammonia dan energi dalam proses sintesis protein mikroba dapat dilihat pada Gambar 1.

Aplikasi sinkronisasi suplai N-Protein dan energi dapat dilakukan dengan beberapa cara. Ginting (2005) menyatakan bahwa konsep indeks SPE berbeda dengan *cornell net carbohydrate and protein system* (CNCSP) dan metode pragmatis sinkronisasi. Penyusunan ransum yang berbasis indeks SPE berusaha menunjukkan keharmonisan degradasi protein dan energi masing-masing bahan pakan yang dinyatakan secara kuantitatif dengan indeks optimum yaitu 1. Artinya bahwa setiap bahan pakan memiliki tingkat degradasi protein dan BO yang berbeda dan persen penggunaannya dalam formulasi ransum disesuaikan dengan tingkat degradasi masing-masing bahan pakan.



Gambar 1. Proses Sintesis protein mikroorganisme (Baldwin dan Allison, 1983 dalam Ginting, 2005)

Indeks SPE diperkenalkan pertama kali oleh Sinclair *et al.* (1993). Sistem indeks SPE menggambarkan tingkat keharmonisan degradasi protein dan energi dalam rumen. Indeks SPE diekspresikan sebagai rasio degradabilitas (per jam) antara N dengan bahan organik (BO) atau karbohidrat (KHO) dalam rumen. Indeks sinkronisasi N : BO atau N : KHO dihitung berdasarkan rasio jumlah (g) N didegradasi per jam dengan jumlah (kg) BO atau KHO didegradasi per jam. Indeks SPE digambarkan pada skala 0 hingga 1, indeks sebesar 1,0 menunjukkan tingkat keharmonisan yang sempurna antara suplai N dan energi (BO atau KHO) untuk setiap jam dalam satu hari, sedangkan nilai <1,0 menggambarkan derajat ketidak harmonisan degradasi N dan energi (Ginting, 2005). Artinya bahwa semakin tinggi atau mendekati angka indeks optimum yaitu 1, maka semakin baik fermentabilitas rumen.

Sinclair *et al.* (1995) menyatakan bahwa nisbah optimal protein dan bahan organik terdegradasi dalam rumen adalah 25 g N-protein/kg BO. Hermon *et al.* (2008) dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa nisbah sinkronisasi degradasi protein dan BO dalam rumen untuk pakan yang berasal dari daerah tropis/lokal optimalnya adalah sebesar 20 g N/kg BO terfermentasi dengan efisiensi SPM rumen dan efisiensi ransum yang tinggi, dan dijadikan nilai standar dalam menentukan indeks sinkronisasi degradasi protein dan BO bahan pakan di dalam rumen. Ginting (2005) menyatakan bahwa data tingkat degradasi bahan pakan lokal juga belum ada dan tidak terinventarisir, sehingga perlu diuji tingkat degradasinya, terutama protein dan BO masing-masing bahan pakan. Menurut Ginting (2005) dan Silva *et al.* (2013), degradabilitas protein dan BO dapat diukur secara *in vitro*.

Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa laju degradasi karbohidrat dan protein pakan di dalam rumen dapat memberikan pengaruh yang besar terhadap produksi protein mikroba serta

efisiensi fermentasi rumen, dengan demikian dapat meningkatkan pemanfaatan nutrisi dan kinerja hewan. Intisari dari usaha SPE dalam rumen adalah untuk memaksimalkan SPM rumen. Hal ini sesuai dengan pernyataan Richardson, Wilkinson, dan Sinclair (2003) bahwa sinkronisasi pasokan energi dan N ke rumen meningkatkan efisiensi mikroorganisme dalam menangkap N dan memanfaatkan ATP untuk pertumbuhan mikroorganisme. Bach, Calsamiglia, dan Stern (2005) menerangkan bahwa kondisi degradasi karbohidrat dan protein yang simultan di dalam rumen menyebabkan penangkapan N-amonia untuk SPM rumen meningkat, sehingga meningkatkan pasokan protein mikroorganisme untuk hewan inang, dengan demikian meningkatkan produksi susu pada sapi perah. Sebaliknya menurut Nocek dan Russell (1988), ketika terjadi *asynchronous* degradasi karbohidrat dan protein dalam rumen, sebagian besar N-amonia diserap oleh dinding rumen ke dalam darah dan terbuang melalui urine serta penggunaan energi untuk sintesis mikroorganisme rumen akan menurun yang mengarah pada penurunan pasokan protein mikroba. Selain itu, perubahan N-amonia menjadi urea di hati akan menghabiskan sebagian energi yang seharusnya dapat digunakan dalam pertumbuhan dan produksi ternak.

Ginting (2005) menyatakan bahwa konsekuensi yang diakibatkan oleh perbedaan laju degradasi protein dan karbohidrat bervariasi, dan tergantung pada tingkat sinkronisasi dan komparatif degradasi protein dan karbohidrat dalam rumen. Apabila substansi N terdegradasi lebih cepat dibandingkan dengan sumber energi (karbohidrat), maka amonia hasil degradasi senyawa N akan ditransfer ke organ hati, dan selanjutnya didaur ulang ke saluran pencernaan (sebagian kecil) dan sebagian besar hilang bersama sekresi urin. Menurut Nolan (1975), N-protein yang hilang dengan cara ini dapat mencapai 25 persen dari protein pakan. Sebaliknya, apabila jumlah energi tersedia melampaui ketersediaan N-amonia, maka pertumbuhan mikroorganisme dan efisiensi fermentasi rumen menurun. Hal ini antara lain diakibatkan oleh terjadinya fermentasi yang tidak padu (*uncoupling*) yaitu energi (ATP) digunakan bukan untuk sintesis protein, melainkan untuk akumulasi karbohidrat sel mikroorganisme. Jika degradasi pakan sangat lambat, konsumsi akan tertekan, dan jika laju degradasi pakan lambat, maka sejumlah nutrisi dapat menghindari fermentasi dalam rumen.

### **Metode Penetapan Indeks SPE (*Invitro based study*)**

Syamsi, Suhartati, dan Suryapratama (2017) dan Waldi, Suryapratama, dan Suhartati (2017) telah mengawali penelitian indeks sinkronisasi protein dan energi dengan melakukan kajian awal berupa eksplorasi atau inventarisasi indeks SPE dari berbagai jenis bahan pakan. Kajian tersebut dilanjutkan dalam penelitian lanjutan yang pada prinsipnya adalah mengumpulkan data indeks SPE bahan pakan yang umum digunakan sebagai makanan ternak perah. Eksplorasi dilakukan dengan mengadaptasi konsep yang dikembangkan oleh Silva et al. (2013) yaitu mengukur degradabilitas protein dan BO secara *in vitro*. Waktu yang digunakan untuk mengukur degradasi masing-masing bahan pakan mengikuti Orskov dan McDonald (1979), untuk hijauan menggunakan waktu 2, 4, 6, 8, 12, 24, 48, 72 dan untuk konsentrat menggunakan waktu 2, 4, 6, 8, 12, 48. Hasil pencernaan yang didapatkan pada setiap waktu pengamatan kemudian di regresi untuk mendapatkan pencernaan protein dan pencernaan BO per jam.

Tingkat degradasi Kg BO dan g protein per jam digunakan untuk menghitung indeks sinkronisasi masing-masing bahan pakan dengan persamaan modifikasi oleh Hermon et al. (2008) dari Sinclair et al. (1993). Angka 20 adalah 20 g N-protein/kg BO tercerna dalam rumen. Angka tersebut merupakan asumsi nisbah optimal sinkronisasi untuk efisiensi sintesis protein mikroorganisme (SPM) dalam

rumen bagi pakan lokal. Angka nisbah sinkronisasi pada rumus aslinya adalah 25 g N-protein/kg BO yang merupakan asumsi bagi SPM pada pakan sub tropis.

$$\text{Indeks Sinkronisasi} = \frac{20 - \sum_{i=1}^n \frac{\sqrt{\left(20 - \frac{N}{OM} \text{hourly}\right)^2}}{24}}{20}$$

Keterangan : n : waktu pengamatan, N/OM *hourly* : laju degradasi protein dibanding laju degradasi bahan organik setiap jam

## Eksplorasi Indeks SPE Bahan Pakan Sumber Serat untuk Ternak Perah

### Golongan Hijauan dan Limbah Pertanian

Tabel 1 menunjukkan berbagai jenis bahan pakan sumber serat dari golongan hijauan dan limbah pertanian beserta dengan indeks SPE nya masing-masing berdasarkan metode *in vitro*. Sinclair et al. (1995) membagi nilai SPE menjadi 3 yaitu indeks rendah (0-0,4), indeks sedang (0,41-0,7), dan indeks tinggi (>0,7). Tabel 1 menunjukkan bahwa rumput gajah memiliki indeks tinggi (*high*) (0,72), sedangkan raja, odot, benggala dan setaria memiliki indeks medium masing-masing secara berurutan yaitu 0,66, 0,69, 0,58/0,66, dan 0,68. Hal ini disebabkan karena degradasi protein dan bahan organik pada hijauan tidak jauh berbeda. Degradasi yang hampirimbang menyebabkan ketersediaan ammonia dan energi yang hampir simultan, sehingga indeksnya menjadi tinggi.

Rumput gajah memiliki indeks SPE tertinggi karena memiliki rasio PK dan BETN yang rendah, dengan kandungan abu dan serta yang cukup rendah pula. Penelitian Syamsi dan Widodo (2020) menunjukkan rasio PK/BETN pada benggala merupakan yang paling kecil, namun demikian memiliki nilai TDN yang paling rendah. Menurut Waldi, Suryapratama, dan Suhartati (2017) bahan pakan sumber serat memiliki kecenderungan indeks yang tinggi. Hal tersebut menyebabkan penggunaan hijauan cukup tinggi di dalam ransum untuk meningkatkan angka indeks SPE ransum untuk mendekati 1. Waldi, Suryapratama, dan Suhartati (2017) dan Syamsi, Suhartati, dan Suryapratama (2017) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa penggunaan rumput semakin meningkat seiring dengan meningkatnya indeks SPE ransum. Selain itu, penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa indeks sinkronisasi hijauan lebih tinggi dibandingkan dengan golongan konsentrat, sehingga penggunaan hijauan merupakan penyeimbang konsentrat di dalam ransum.

Tabel 1. Indeks sinkronisasi protein-energi berbagai jenis rumput dan sumber serat dari limbah pertanian untuk ternak perah

Bahan Pakan	Nama Ilmiah	Indeks SPE	Sumber
Rumput Raja	<i>Pennisetum purpupoides</i>	0,58 0,66	Syamsi, Suhartati, dan Suryapratama (2017)
Rumput Gajah	<i>Pennisetum purpureum</i>	0,72	
Rumput Odot	<i>P. purpureum cv.Mott</i>	0,66	Syamsi dan Widodo (2020)
Rumput Benggala	<i>Megathyrsus maximus</i>	0,58	
Rumput Setaria	<i>Setaria sphacelata</i>	0,68	
Padi*	<i>Oryza sativa</i>	0,29	
Jagung*	<i>Zea mays</i>	0,63	
Kacang Tanah*	<i>Arachis hypogaea</i>	0,71	Syamsi et al. (2019)
Kedelai*	<i>Glycine max</i>	0,74	
Ubi Jalar*	<i>Ipomoea batatas</i>	0,63	

Keterangan: SPE: sinkronisasi protein-energi; \*: limbah pertanian berupa batang dan daun yang telah terpisah dari biji atau umbinya

Hasil perhitungan indeks SPE (Tabel 1) menunjukkan bahwa indeks SPE jerami jagung dan ubi jalar berada pada taraf sedang (antara 0,4-0,6), indeks SPE jerami kedelai dan kacang tanah tergolong tinggi (antara 0,7-1), sedangkan indeks SPE jerami padi pada level rendah (antara 0-0,3). Yang et al. (2010) menemukan bahwa setiap bahan makanan memiliki sifat penyesuaian protein-energi yang berbeda, karena dipengaruhi oleh nilai gizi dan daya cerna bahan makanan itu sendiri. Jerami padi memiliki indeks rendah karena daya cernanya rendah akibat dari kandungan lignin dan silika yang tinggi.

Syamsi et al. (2019) juga menjelaskan bahwa laju penguraian g protein dan kg BO per jam pada jerami padi cukup lemah dibandingkan dengan limbah pertanian lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa laju degradasi protein lebih cepat dibandingkan dengan bahan organik. Tidak seperti jerami padi, jerami lain (jagung, kacang tanah, kedelai dan ubi jalar) memiliki aktivitas degradasi yang hampir sama pada g protein dan kg BO tiap jam nya. Syamsi et al. (2019) lebih lanjut menjelaskan bahwa faktor lain yang dapat diamati adalah konsentrasi BETN dan TDN yang relatif rendah dalam jerami padi. Jerami jagung, kacang tanah, kedelai, dan ubi jalar memiliki kadar BETN dan TDN yang lebih tinggi dan hampir sama. Oleh karena itu, indeks keempatnya berada di atas 0,6.

### **Golongan Leguminosa dan Rambanan**

Berdasarkan Tabel 2 hasil perhitungan indeks sinkronisasi pada masing-masing leguminosa bervariasi. Perbedaan tersebut disebabkan karena adanya perbedaan tingkat degradasi pada masing-masing leguminosa seperti yang tertera pada Tabel 2. Hasil perhitungan indeks sinkronisasi energi dan protein level rendah pada lamtoro (0,34) dan kaliandra (0,31) dan level medium pada indigofera (0,48), turi (0,42), dan gamal (0,47). Indigofera memiliki indeks sinkronisasi yang paling tinggi karena memiliki pencernaan yang paling tinggi dibandingkan dengan leguminosa lainnya, selain itu kaliandra juga memiliki kandungan bahan organik tertinggi dibandingkan leguminosa lainnya. Leguminosa dengan indeks sinkronisasi terendah adalah pada kaliandra dan lamtoro hal tersebut terlihat pada laju g protein dan Kg BO yang tercerna per jam cukup timpang dibandingkan dengan leguminosa lainnya. Hal tersebut menunjukkan bahwa degradasi protein lebih cepat dibandingkan dengan degradasi bahan organik pakan.

Syamsi, Ifani dan Subagyo (2022) menyatakan bahwa lamtoro memiliki kandungan serat kasar tertinggi (21,49%) dibandingkan dengan leguminosa lainnya. Hasil analisis proksimat kaliandra, indigofera mengandung protein kasar yang lebih besar dibandingkan leguminosa lainnya dan diimbangi dengan serat kasar yang cukup sehingga tingkat degradasi pakan tinggi, sedangkan pada lamtoro kandungan protein kasar tinggi namun serat kasar yang juga tinggi mengakibatkan degradasi lebih rendah dibandingkan dengan indigofera dan kaliandra. Kandungan serat kasar tersebut mempengaruhi proses degradasi pakan di dalam rumen. Anggorodi (1998) menyatakan bahwa semakin tinggi kandungan serat kasar pada bahan pakan akan menyebabkan rendahnya pencernaan pada bahan pakan tersebut.

Hasil pengukuran indeks SPE pada Tabel 2 menunjukkan bahwa ramban kelor (0,46), angka (0,69), singkong (0,55), dan kersen (0,47) memiliki indeks SPE medium, sedangkan ramban pisang (0,35) dengan indeks SPE rendah. Ramban pisang memiliki indeks terkecil karena memiliki rasio PK/BETN yang sangat tinggi yaitu 8,5. Pisang memiliki kandungan air dan serat yang tinggi, namun TDN yang paling rendah diantara jenis ramban lainnya. Secara umum rambanan memiliki indeks SPE yang medium, tidak ada yang mencapai level tinggi. Hal ini disebabkan karena rasio PK/BETN yang cukup tinggi diantara semua rambanan kecuali pada ramban angka.

Tabel 2. Indeks sinkronisasi protein-energi berbagai jenis leguminosa dan rambanan untuk ternak perah

Bahan Pakan	Nama Ilmiah	Indeks SPE	Sumber
Turi*	<i>Sesbania grandiflora</i>	0,34	Syamsi, Suhartati, dan Suryapratama (2017)
		0,42	Syamsi, Ifani dan Subagyo (2022)
Lamtoro*	<i>Leucaena leucocephala</i>	0,31	Syamsi, Suhartati, dan Suryapratama (2017)
		0,34	
Kaliandra*	<i>Calliandra calothyrsus</i>	0,31	Syamsi, Ifani dan Subagyo (2022)
Indigofera*	<i>Indigofera tinctoria</i>	0,48	
Gamal*	<i>Gliricidia sepium</i>	0,47	
Kelor*	<i>Moringa oleifera</i>	0,46	
Nangka**	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	0,69	
Singkong**	<i>Manihot utilissima</i>	0,55	Syamsi dan Harwanto (2021)
Pisang**	<i>Musa paradisiaca</i>	0,35	
Kersen**	<i>Muntingia calabura</i>	0,47	

Keterangan: SPE: sinkronisasi protein-energi; \*: Leguminosa; \*\*: Rambanan

Kadar mineral tertinggi terdapat pada nangka yaitu 17,61%. Nora, Astuti, dan Wahid (2017) menyatakan bahwa pohon nangka merupakan tanaman menahun yang akarnya jauh tertanam ke dalam tanah, hal ini akan meningkatkan penyerapan air dan mineral dalam tanah. Kadar protein dan lemak tertinggi terdapat pada kelor yaitu 24,05% dan 9,21%, meskipun TDN juga hampir seragam pada semua jenis rambanan, namun kelor memiliki kecenderungan yang lebih tinggi yaitu mencapai 68,53%. Babatunde (2016) menerangkan bahwa kelor merupakan salah satu tumbuhan yang paling potensial untuk pakan ternak, memiliki kadar protein yang tinggi bahkan mengandung beberapa senyawa bioaktif yang baik bagi ternak. Agustono et al. (2017) menambahkan bahwa kualitas rambanan dipengaruhi oleh jenis dan wilayah tumbuhnya. Karakteristiknya sangat beragam, bahkan pada satu jenis rambanan yang sama sekalipun. Karakteristik rambanan yaitu memiliki protein dan lemak yang lebih tinggi dibandingkan dengan rumput.

## Eksplorasi Indeks SPE Bahan Pakan Konsentrat untuk Ternak Perah

### Golongan Konsentrat Sumber Energi

Tabel 3 menunjukkan bahwa pakan dedak (0,54), bekatul (0,50) dan pollard (0,57) masuk ke dalam indeks SPE medium, sedangkan pakan tepung jagung (0,87), galek (0,94), onggok kering (0,90) dan tepung roti (0,94) masuk ke dalam kategori indeks SPE tinggi (*high*). Waldi, Suryapratama, dan Suhartati (2017) menyatakan bahwa bahan pakan yang memiliki kandungan pati tinggi, memiliki kecenderungan indeks yang lebih tinggi. Syamsi *et al.* (2019) lebih lanjut menjelaskan bahwa bahan pakan dengan fraksi serat yang tinggi, ikatan senyawa kompleks, dan kandungan senyawa anti nutrisi tertentu akan menyebabkan indeks SPE menjadi semakin rendah. Beberapa penelitian terdahulu juga telah mendapatkan indeks SPE pada berbagai jenis konsentrat sumber energy. Kaswari *et al.* (2007) mendapatkan indeks SPE jagung dan pollard masing-masing yaitu 0,59 dan 0,56. Sani *et al.* (2016) mendapatkan indeks SPE dedak (0,66), onggok (0,11), pollard (0,89), dan tepung jagung (0,53). Waldi, Suryapratama, dan Suhartati (2017) mendapatkan indeks SPE dedak (0,29), galek (0,92) dan pollard (0,42).

### Golongan Konsentrat Sumber Protein

Jenis konsentrat sumber protein dari bebungkilan memiliki indeks SPE yang tidak jauh berbeda. Tingkat degradasi yang hampir setara, menyebabkan perbedaan yang tidak begitu nyata. Indeks SPE tertinggi pada bungkil kedelai (0,74), kemudian bungkil kelapa (0,72), dan bungkil inti sawit (0,71).

Ketiga jenis bungkil tergolong pada indeks SPE tinggi (*high*), karena memiliki tingkat pencernaan atau degradabilitas protein yang cukup seimbang atau selaras dengan degradasi BO pakan. Yang et al. (2010) mengemukakan bahwa setiap bahan pangan memiliki sifat penyesuaian energi protein yang berbeda karena dipengaruhi oleh nilai nutrisi dan daya cerna bahan pakan itu sendiri. Syamsi et al. (2020) menyatakan bahwa jika dilihat dari kandungan serat kasarnya, kandungan serat kasar setiap bungkil tidak berbeda jauh. Serat kasar merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses pemecahan nutrisi dalam rumen. Semakin tinggi serat kasar, maka semakin rendah pencernaan nutrisinya (Anggorodi, 1998).

Konsentrat sumber protein non bebungkilan menunjukkan hasil yang berbeda. Indeks SPE masing-masing bahan pakan cukup beragam. Tepung ikan memiliki indeks SPE rendah atau *low* (0,31), sedangkan CGF (0,65), kleci (0,63), ampas tahu (0,59) dan ampas kecap (0,61) pada level medium. Tepung ikan memiliki indeks SPE yang rendah karena rasio protein dan BETN-nya terlalu timpang dibandingkan dengan bahan pakan lainnya. Konsentrasi protein yang terlalu tinggi dan karbohidrat yang rendah menyebabkan kekurangan energi dibandingkan dengan protein pada titik-titik tertentu selama fermentasi. Syamsi, Suhartati, dan Suryapratama (2017) menjelaskan bahwa tinggi rendahnya indeks SPE suatu bahan pakan menentukan seberapa banyak bahan tersebut digunakan dalam penyusunan ransum. Pakan dengan indeks SPE yang tinggi biasanya memiliki indeks pemanfaatan yang lebih tinggi, sehingga porsinya juga mencapai indeks yang tinggi.

Tabel 3. Indeks sinkronisasi protein-energi berbagai jenis konsentrat untuk ternak perah

Bahan Pakan	Jenis	Indeks SPE	Sumber
Onggok	Sumber energi	0,71	Syamsi, Suhartati, dan Suryapratama (2017)
		0,90	Syamsi, Widodo, dan Harwanto (2021)
Dedak	Sumber energi	0,29	Syamsi, Suhartati, dan Suryapratama (2017)
		0,54	Syamsi, Widodo, dan Harwanto (2021)
Pollard	Sumber energi	0,42	Syamsi, Suhartati, dan Suryapratama (2017)
		0,57	Syamsi, Widodo, dan Harwanto (2021)
Gaplek	Sumber energi	0,94	Waldi, Suryapratama, dan Suhartati (2017)
		0,94	
Tepung Jagung	Sumber energi	0,87	Syamsi, Widodo, dan Harwanto (2021)
Bekatul	Sumber energi	0,50	
Tepung Roti	Sumber energi	0,94	
Bungkil Kelapa	Sumber protein	0,74	Syamsi, Suhartati, dan Suryapratama (2017)
		0,72	Syamsi et al. (2020)
Bungkil Kedelai	Sumber protein	0,77	Waldi, Suryapratama, dan Suhartati (2017)
		0,74	Syamsi et al. (2020)
Bungkil Inti Sawit	Sumber protein	0,71	
CGF	Sumber protein	0,65	
Tepung Ikan	Sumber protein	0,31	
Kleci	Sumber protein	0,63	Syamsi et al. (2021)
Ampas Kecap	Sumber protein	0,61	
Ampas Tahu	Sumber protein	0,59	
		0,37	Syamsi, Suhartati, dan Suryapratama (2017)

Keterangan: SPE: sinkronisasi protein-energi; CGF: *corn gluten free*



## Kesimpulan

Hasil review menyimpulkan bahwa berdasarkan kajian *in vitro*, masing-masing bahan pakan memiliki indeks sinkronisasi protein-energi (SPE) yang berbeda. Bahan pakan dengan rasio bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) dan protein yang semakin rendah, kemudian dengan kadar serat dan anti nutrisi yang rendah, akan menghasilkan indeks SPE yang tinggi.

Kajian ini perlu dibuktikan dengan melakukan penyusunan ransum berbasis indeks SPE dan diuji kualitasnya dalam fermentasi rumen serta terhadap produksi ternak secara *in vivo*. Kajian ini perlu juga dibandingkan dengan hasil eksplorasi indeks SPE melalui metode *in sacco*.

## Daftar Pustaka

- Agustono, B., M. Lamid, A. Ma'ruf, dan M. T. Elziyad. 2017. Identifikasi Limbah Pertanian dan Perkebunan sebagai Bahan Pakan Inkonvensional di Banyuwangi. *J Med Vet* 1(1):12-22.
- Anggorodi, R. 1998. Ilmu Makanan Ternak Umum. Cetakan Ke-5. Gramedia, Jakarta.
- Babatunde, B. 2016. A Systematic Review of Studies Investigating Moringa Oleifera Leaf Meal as A Feed for Livestock. 2nd International Conference on Livestock Nutrition. Fiji, July 2016.
- Bach A., S. Calsamiglia, and M.D. Stern. 2005. Metabolism in The Rumen. *Journal of Dairy Science*. 88: E9-E21.
- Baldwin, R.L. and M.J. Allison. 1983. Rumen metabolism. *Journal Animal Science*. 57 Suppl. 2: 461-477.
- Das, L. K., S.S. Kundu, D. Kumar, and C. Datt. 2014. Metabolizable Protein Systems in Ruminant Nutrition: A review. *Veterinary World*, 7(8).
- Ginting, S. P. 2005. Sinkronisasi Degradasi Protein dan Energi dalam Rumen untuk Memaksimalkan Produksi Protein mikroba. *Wartazoa*. 15 (1) :1-10.
- Hermon, M., Suryahadi, K. G. Wiryawan dan S. Hardjosoewignjo. 2008. Nisbah Sinkronisasi Suplai N-Protein dan Energi dalam Rumen Sebagai Basis Formulasi Ransum Ternak Ruminansia. *Media Peternakan*. 31 (3): 186-194.
- Kaswari, T., P. Lebzien, G. Flachowsky, U.T. Meulen. 2007. Studies on The Relationship between The Synchronization Index and The Microbial Protein Synthesis in The Rumen of Dairy Cows. *Anim. Feed Sci. Technol.* 139(2007): 1:22.
- Nocek, J.E. and J.B. Russel. 1988. Protein and Energy as An Integrated System Relationship Ruminal Protein and Carbohydrate Availability to Microbial Protein Synthesis and Milk Production. *Journal of Dairy Science*. 71: 2070-2107.
- Nolan, J.V. 1975. Quantitative Models of Nitrogen Metabolism. In: *Digestion and Metabolism in the Ruminant*. McDonald, I.W. and A.C.I. Warner (Eds.). Univ. of New England Publishing Unit, Armidale, Australia. pp. 416-431.
- Nora, D., T. Astuti, dan D. Wahid. 2017. Efektivitas Daun Nangka Dalam Ransum Ruminansia terhadap Kecernaan Bahan Kering, Bahan Organik dan Kandungan Tanin. *Jurnal Bibiet* 2(1): 20-26.
- Orskov E.R., and I. McDonald. 1979. The Estimating of Protein Degradability in The Rumen from Incubation Measurement Weighted Activating to Rate of Passage. *Journal of Agriculture Science. Camb.* 92: 499-503.
- Richardson J.M., R.G. Wilkinson, and L.A. Sinclair. 2003. Synchrony of Nutrient Supply to The Rumen and Dietary Energy Source and Their Effects on The Growth and Metabolism of Lambs. *Journal of Animal Science*. 81: 1332-1347.
- Sani, F.F., L.K. Nuswantara, E. Pangestu, F. Wahyono, and J. Achmadi. 2016. Synchronization of Carbohydrate and Protein Supply in The Sugarcane Bagasse-based Ration on In Situ Nutrient Degradability. *J. Indonesian Trop. Anim. Agric.* 41(1): 28-36.
- Seo J.K., J. Yang, H.J. Kim, S.D. Upadhaya, W.M. Cho, J.K. and Ha. 2010. Effect of Synchronization of Carbohydrate and Protein Supply on Ruminal Fermentation. Nitrogen Metabolism and Microbial Protein Synthesis in Holstein Steers. *Asian Australian Journal of Animal Science*. 23 (11): 1455 – 1461.
- Silva, S.P, M.T. Rodrigues, R.A.M. Vieira, and M.M.C. da Silva. 2013. In Vitro Degradation Kinetics of Protein and Carbohydrate Fraction of Selected Tropical Forage. *Journal Bioscience*. 29 (5): 1300-1310.
- Sinclair, L.A., P.C. Garnsworthy, J.R. Newbold, and P.J. Buttery. 1993. Effects of Synchronizing the Rate of Dietary Energy and N Release in Diets on Rumen Fermentation and Microbial Rumen Protein Synthesis in Sheep. *Journal of Agriculture Science. Camb.* 120: 251-263.



- Sinclair, L.A., P.C. Garnsworthy, J.R. Newbold and P.J. Buttery. 1995. Effects of Synchronizing the Rate of Dietary Energy and N Release in Diets with a Similar Carbohydrate Composition on Rumen Fermentation and Microbial Rumen Protein Synthesis in Sheep. *Journal of Agriculture Science. Camb.* 124:463-472.
- Syamsi, A.N., F.M. Suhartati dan W. Suryapratama. 2017. Pengaruh Daun Turi (*Sesbania grandiflora*) dan Lamtoro (*Leucaena leucocephala*) dalam Ransum Sapi Berbasis Indeks Sinkronisasi Protein - Energi Terhadap Sintesis Protein Mikroba Rumen. *Pastura.* 6(2): 47–52.
- Syamsi, A.N., H.S. Widodo, Harwanto, M.F. Ifani, and R.A. Rahayu. 2019. Potensi Nilai Nutrisi dan Indeks Sinkronisasi Protein-Energi Berbagai Jenis Jerami Segar untuk Ternak Perah. *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Sumber Daya Perdesaan dan Kearifan Lokal Berkelanjutan IX.* Purwokerto, November 2019.
- Syamsi, A.N. and H.S. Widodo. 2020. Synchronization Protein-Energy Index of Various Forages For Dairy Livestock: An In Vitro Study. *Animal Production,* 22(2): 92-97.
- Syamsi, A.N., M. Ifani, H.S. Widodo, R.A. Rahayu, dan C.L. Meilinda. 2021. Nutrisi dan Indeks Sinkronisasi Protein-Energi Beberapa Jenis Bungkil Pengolahan Pangan untuk Pakan Sapi Perah. In *Prosiding Seminar Nasional LPPM Unsoed,* Vol. 10, No. 1.
- Syamsi, A.N., H.S. Widodo, and H. Harwanto. 2021. Protein-Energy Synchronization Index of Various Energy Source of Feed Concentrate for Ruminants. *Jurnal Agripet,* 21(2), 172-177.
- Syamsi, A.N., H.S. Widodo, Y. Subagyo, dan P. Soediarso. 2021. Indeks Sinkronisasi Protein-Energi dari Beberapa Konsentrat Sumber Protein Bagi Ruminansia. In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Agribisnis Peternakan (STAP).* Vol. 8, pp. 244-251.
- Syamsi, A.N., M. Ifani, and Y. Subagyo. 2022. The Protein-Energy Synchronization Index of The Tropical Legumes for Ruminants. *Jurnal Peternakan,* 19(1): 29-37.
- Waldi, L., W. Suryapratama dan F.M. Suhartati. 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): 1-11.
- Widyobroto, B.P., S.P. S. Budhi dan A. Agus. 2007. Effect of Undegraded Protein and Energy Level on Rumen Fermentation Parameters and Microbial Protein Synthesis in Cattle. *Journal Indonesian Tropical Animal Agriculture.* 32 (3) :194-200.
- Yang, J.Y., J. Seo, H.J. Kim, S. Seo and J.K. Ha. 2010. Nutrients Synchrony: Is it a Suitable Strategy to Improve Nitrogen Utilization and Animal Performance. *Asian Australian Journal Animal Science.* 23 (7): 972-979.