

**LAPORAN PENELITIAN MANDIRI**

**PENGGUNAAN ATRIBUT NDF DAN DCAD DALAM  
FORMULASI RANSUM TRANSISI SAPI PERAH BERBASIS  
BAHAN PAKAN LOKAL**

**Oleh :**

**Dr. Ir. Suryahadi, DEA**

**Dr. Ir. Dwierra Evvyernie, MS. MSc.**

**Rhila Desfrida**



**DEPARTEMEN ILMU NUTRISI DAN TEKNOLOGI PAKAN  
FAKULTAS PETERNAKAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2022**

## ABSTRAK

Manipulasi pakan melalui perbedaan keseimbangan kation anion pada ternak ruminansia perlu dilakukan untuk memperbaiki kondisi fisiologis ternak yang akan melahirkan demi mencegah kekurangan mineral seperti milk fever. Kecernaan NDF (*Neutral Detergent Fiber*) merupakan salah satu faktor yang menentukan kualitas pakan ruminansia. Tujuan penelitian ini adalah membuat ransum sapi perah transisi dengan menggunakan program *solver* berbasis bahan baku pakan lokal dengan *constraint* berupa DCAD dan NDF. Metode penelitian yang digunakan yaitu inventarisasi bahan baku pakan lokal yang memiliki komposisi mineral sesuai rumus DCAD dan NDF, menghitung DCAD untuk semua bahan baku pakan, menyusun formula ransum sapi perah periode transisi menggunakan program *solver*. Data sekunder diperoleh dari berbagai literatur. Ransum yang diformulasikan yaitu ransum dengan menggunakan *constraint* DCAD dan tanpa menggunakan *constraint* DCAD. Hasil penelitian dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian, ransum 1 diperoleh nilai DCAD dan NDF yaitu 7.63mEq/kg dan 33%, sedangkan pada ransum 2 nilai DCAD dan NDF yang dihasilkan yaitu 24mEq/kg dan 33%. Ransum 1 menghasilkan penggunaan hijauan sebanyak 60%, sedangkan ransum 2 menghasilkan penggunaan hijauan sebanyak 50%. Hasil formulasi menunjukkan bahwa ransum dengan penambahan *constraint* DCAD menghasilkan harga yang lebih mahal dan penggunaan rasio hijauan yang lebih besar. Simpulan penelitian yaitu penambahan *constraint* DCAD dan NDF dalam formulasi ransum dengan menggunakan bahan baku lokal dapat diterapkan karena mampu menghasilkan ransum dengan keseimbangan nutrisi yang lebih teliti, namun kekurangannya terjadi peningkatan biaya pakan dan penggunaan hijauan di dalam ransum.

Kata kunci : DCAD, formulasi ransum, NDF, program *solver*, sapi perah

## ABSTRACT

Feed manipulation through differences in anion cation balance in ruminants needs to be done to improve the physiological condition of cattle that will give birth in order to prevent mineral deficiencies such as milk fever. Digestibility of NDF (*Neutral Detergent Fiber*) is one of the factors that determine the quality of ruminant feed. The purpose of this study was to make transitional dairy cattle rations using a solver program based on local feed raw materials with limitations in the form of DCAD and NDF. The research method used is an inventory of local feed raw materials that have a mineral composition according to

the DCAD and NDF formulas, calculating DCAD for all feed raw materials, compiling the transition period dairy cow ration formula using the solver program. Secondary data were obtained from various literatures. The formulated ration is a ration using DCAD constraint and without DCAD constraint. The research results were analyzed descriptively. The results showed that in ration 1 the DCAD and NDF values were 7.63mEq/kg and 33%, while in ration 2 the DCAD and NDF values were 24mEq/kg and 33%. Ration 1 resulted in 60% forage use, while Ration 2 resulted in 50% forage use. The results of the formulation show that the ration with the addition of the DCAD constraint results in a higher price and the use of a higher forage ratio. The conclusion of the study is that the addition of DCAD and NDF constraints in the formulation of rations using local raw materials can be applied because they are able to produce rations with a more precise balance of nutrients, but the drawback is that there is an increase in costs and the use of forage in the ration.

Keywords: dairy cattle, DCAD, feed formulation, NDF, *solver* program

## DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
II METODE	3
2.1 Waktu dan Tempat	3
2.2 Alur Pelaksanaan Penelitian	3
2.3 Perhitungan Nilai DCAD (Dietary Cation Anion Difference) Bahan baku Pakan	3
2.4 Analisis Data	4
III HASIL DAN PEMBAHASAN	5
IV SIMPULAN DAN SARAN	12
4.1 Simpulan	12
4.2 Saran	12
DAFTAR PUSTAKA	13

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 1 Perhitungan DCAD dan kandungan NDF berbagai bahan baku pakan berdasarkan komposisi mineral	6
Tabel 2 Kandungan proksimat, van soest, dan mineral bahan pakan	7
Tabel 3 Formulasi ransum sapi perah transisi menggunakan fungsi solver	8

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 1. Alur pelaksanaan penelitian	3
---------------------------------------	---

# I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Sapi perah merupakan komoditi ternak utama penghasil susu sebagai salah satu sumber protein hewani bagi manusia. Manajemen pemberian pakan pada peternakan sapi perah merupakan faktor utama yang mempengaruhi profitabilitas usaha. Pakan sebagai komponen terbesar dalam struktur biaya produksi usaha ternak sapi perah, menurut Budiarsana (2016) biaya pakan pada usaha sapi perah dapat mencapai 62,5% dari total biaya produksi. Budiarsana (2016) menambahkan bahwa asupan nutrisi yang perlu mendapat perhatian dalam manajemen pakan adalah kecukupan protein, energi, vitamin dan mineral. Nutrien tersebut harus dapat dipenuhi sesuai dengan target performan ternak yang diinginkan. Salah satu faktor yang harus diperhatikan pada manajemen produksi sapi perah adalah masa transisi, dikarenakan banyaknya perubahan status fisiologis yang drastis terjadi lebih cepat dari mulai perubahan gizi pada sapi, persiapan fetus, laktogenesis, dan beranak (Permana *et al.* 2020).

Menurut Suranindyah *et al.* (2020), masa transisi merupakan masa 2 minggu sebelum beranak sampai 2 minggu setelah beranak. Selama masa transisi, sapi perah mudah terkena gangguan metabolis dan infeksi penyakit yang diduga sebagai akibat dari penurunan daya tahan tubuh. Pada masa ini, ternak juga rentan mengalami *Negative Energy Balance* (NEB) yaitu kondisi dimana ketidakseimbangan antara energi yang dikonsumsi melalui asupan pakan dengan energi yang digunakan oleh tubuh untuk produksi dan kebutuhan pokok. Adapun solusi untuk meminimalisasi NEB adalah dengan pemberian pakan yang memiliki kandungan nutrisi yang tinggi serta penambahan mineral yang sangat dibutuhkan guna meningkatkan respon imunitas, memperbaiki status metabolik dan menghindarkan penyakit.

Adanya penyakit yang rentan dialami sapi perah pada periode transisi, dapat diatasi dengan pengembangan elektrolit dalam ransum. Pengembangan elektrolit ini bisa berupa penambahan mineral pada ransum. Adapun mineral yang berpengaruh terhadap keseimbangan elektrolit ini antara lain Na, K dan Cl (Suryanah *et al.* 2016). Pemberian mineral kepada ternak diperlukan perbandingan yang tepat, kekurangan mineral dapat mengakibatkan pertumbuhan terlambat, sedangkan kelebihan mineral juga berpengaruh negatif pada ternak seperti diare, paralysis dan gangguan metabolisme lain. Menurut Tucker *et al.* (1992), *dietary cation-anion difference* (DCAD) atau perbedaan kation-anion ransum (PKAR), yaitu perbedaan miliequivalen antara kation dan anion tertentu dalam 100 g bahan kering ransum, mengikuti persamaan  $DCAD = (Na+K) - (Cl+S)$  (meq/100 g BK ransum). Nilai DCAD dihitung dengan cara pengurangan miliequivalen anion dari miliequivalen kation seluruh ransum. Manipulasi kadar kation-anion ransum dapat dilakukan dengan cara menghitung kandungan kation-anion. Manipulasi pakan melalui perbedaan keseimbangan kation anion pada ternak ruminansia banyak dilakukan untuk memperbaiki kondisi fisiologis ternak yang akan melahirkan demi mencegah kekurangan mineral seperti *milk fever* (Hidayat *et al.* 2019).

Selain nilai DCAD yang perlu diperhatikan dalam ransum sapi perah masa transisi, keseimbangan kandungan NDF pakan juga perlu diperhatikan. Standar

kebutuhan serat ruminansia hanya dapat dinyatakan dengan NDF, hal ini disebabkan hemiselulosa memiliki pengaruh yang besar. Nilai NDF adalah kandungan semua serat yang teranalisis, dan ini satusatunya cara yang bisa menggambarkan kandungan serat meskipun dari bahan hijauan atau konsentrat yang berbeda. Untuk itu NDF adalah satu-satunya analisis serat yang bisa merangking komponen pakan mulai dari yang tidak berserat, sedikit mengandung serat sampai pada bahan yang sangat tinggi seratnya seperti jerami dan selulosa (Prasetyo 2018).

Program formulasi pakan yang mengandung nutrisi memadai bagi ternak dengan biaya murah pada intinya dapat menerapkan linear programming, yaitu metode matematik yang mampu mengalokasikan sumber daya langka untuk memaksimumkan keuntungan atau meminimumkan biaya. Program (*software*) ini telah dimanfaatkan secara luas oleh perusahaan pakan ternak. Program ini dapat menghitung dan memformulasikan pakan sesuai nutrien yang diperlukan ternak dengan biaya murah, namun penerapan secara luas di tingkat peternak dihadapkan pada kendala mahalnya harga software. Belakangan muncul program excel yang diperkaya dengan Solver yang merupakan bagian dari rangkaian fungsi perintah. Penggunaan fungsi Solver dapat menemukan nilai maksimum atau minimum suatu aplikasi (Budiarsana 2016).

## **1.2 Tujuan**

Penelitian ini bertujuan membuat ransum sapi perah transisi dengan menggunakan program *solver* berbasis bahan baku pakan lokal dengan *constraint* berupa DCAD dan NDF.

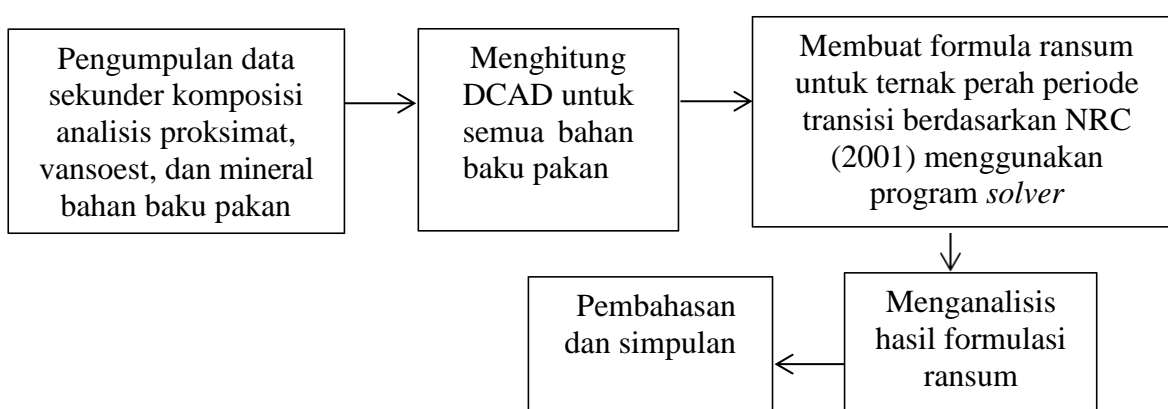
## II METODE

### 21 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan sejak Juli 2021 sampai September 2021. Lokasi penelitian dan penghimpunan data bertempat di Padang dan Bogor.

### 22 Alur Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan pengumpulan data sekunder mengenai kandungan bahan pakan lokal dari berbagai literatur. Penyusunan ransum berdasarkan bobot 400 Kg, dengan produksi 15 Kg dan FCM 4% Tahapan penyusunan ransum menggunakan fungsi solver adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Alur pelaksanaan penelitian

Data sekunder berupa kandungan nutrisi dari berbagai literatur dikumpulkan. Kandungan nutrisi yang digunakan berupa kandungan bahan kering, kadar abu, protein kasar, lemak kasar, serat kasar, *Total Digestible Nutrient* (TDN), kadar *Acid Detergent Fibre* (ADF), *Neutral Detergent Fibre* (NDF) dan mineral seperti Ca, P, K, Na, Cl, dan S. Kadar mineral yang digunakan untuk menghitung nilai DCAD tiap bahan pakan. Perhitungan nilai DCAD berdasarkan rumus DCAD oleh Sharif *et al.* (2010). Setelah didapatkan nilai DCAD tiap bahan pakan, formulasi ransum dilakukan menggunakan fungsi *solver* pada program *Microsoft Excel 2010*. Batasan atau *constraint* yang digunakan, disesuaikan dengan kebutuhan nutrisi sapi perah transisi pada NRC (2001). Ransum disusun menjadi dua jenis, yaitu ransum tanpa penggunaan *constraint* DCAD dan ransum dengan penggunaan *constraint* DCAD.

### 23 Perhitungan Nilai DCAD (Dietary Cation Anion Difference) Bahan baku Pakan

Perhitungan nilai DCAD tiap bahan pakan dilakukan berdasarkan Sharif *et al.* (2010), yaitu :

$$DCAD = [ (Na\% : 0.023)+(K\% : 0.039) ] - [ (Cl\% : 0.035)+(S\% : 0.016) ]$$

Keterangan :



DCAD = Nilai keseimbangan kation anion (mEq/kg)

## **24 Analisis Data**

Data kandungan bahan pakan lokal digunakan untuk penyusunan ransum menggunakan program solver pada program *Microsoft Excel 2010* dengan *constraint* DCAD dan NDF. Hasil formulasi dianalisis secara deskriptif.

### III HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Komposisi Analisis Proksimat, Van Soest, dan Mineral Berbagai Bahan Pakan Lokal

Bahan pakan lokal yang dipilih pada penelitian ini merupakan bahan baku yang tersedia di Indonesia dan memiliki potensi sebagai pakan tenak. Kandungan analisis proksimat dan van Soest bahan baku pakan lokal dicantumkan pada Tabel 1. Pada masa transisi, sapi perah membutuhkan sumber pakan yang tinggi nutrisi. Pada masa ini, ternak juga rentan mengalami *Negative Energy Balance* (NEB) yaitu kondisi dimana ketidakseimbangan antara energi yang dikonsumsi melalui asupan pakan dengan energi yang digunakan oleh tubuh untuk produksi dan kebutuhan pokok. Adapun solusi untuk meminimalisasi NEB adalah dengan pemberian pakan yang memiliki kandungan nutrisi yang tinggi serta penambahan mineral yang sangat dibutuhkan guna meningkatkan respon imunitas, memperbaiki status metabolik dan menghindarkan penyakit.

Keseimbangan kation-anion (DCAD) pakan dapat diketahui melalui kadar mineral Na, K, Cl, dan S yang terkandung dalam pakan. Tabel 2 menunjukkan kandungan DCAD tiap bahan pakan yang dihitung berdasarkan Sharif *et al.* (2010). Berdasarkan nilai DCAD yang diperoleh, diketahui bahwa bahan pakan yang memiliki kadar K dan Na yang tinggi, akan memberikan nilai DCAD yang positif atau memiliki kation yang tinggi. Sebaliknya, apabila kandungan Cl dan S lebih banyak dalam bahan pakan, maka nilai DCAD yang dihasilkan adalah negatif atau memiliki nilai anion yang tinggi. Kation dan anion memiliki pengaruh besar terhadap keseimbangan dan proses metabolisme tubuh. Kation kalium dan natrium, serta anion klorida dan sulfur merupakan ion utama yang diperlukan tubuh karena berkaitan dengan status asam basa dalam tubuh (Suryanah *et al.* 2016).

#### Formulasi Ransum Sapi Perah Transisi Dengan Program Solver

Sapi perah pada masa transisi memiliki kebutuhan DCAD dan NDF yaitu 24 mEq/kg BK dan NDF 25%-33% (NRC 2001). Ransum disusun menggunakan program *solver* dari *Microsoft Excel* 2010. Solver merupakan salah satu cara formulasi ransum menggunakan *linear programming*. Kelebihan penggunaan program ini adalah lebih mudah penggunaannya, dapat menampung lebih banyak bahan baku pakan, dapat menghitung formulasi sekaligus harga per-kg nya, dan tentunya lebih cepat karena menggunakan komputer (Gusnida dan Nuraini 2019). Berdasarkan kebutuhan tersebut, maka ransum berbasis DCAD dan NDF dapat disusun seperti pada Tabel 3.

Tabel 1 Analisis proksimat dan Van Soest beberapa bahan baku pakan lokal.

Bahan Pakan	BK	Abu	PK	LK	SK	TDN	ADF	NDF	Ca	P	Referensi
Rumput Gajah	15.00	11.70	11.00	1.60	31.00	63.00	45.00	70.00	0.60	0.41	NRC (1978), Islam <i>et al</i> (2003)
Lamtoro	29.90	8.50	23.30	4.00	19.90	75.90	25.40	40.90	0.10	0.02	Feedipedia (2015)
Jerami Padi	87.50	16.90	4.15	1.47	32.50	43.20	46.72	72.41	0.41	0.29	Sutardi (1981), Antonius (2009), Suwandiyastuti (1986)
Jerami Jagung	82.00	7.00	8.90	2.40	26.00	65.00	29.00	48.00	0.43	0.23	NRC (1978), Preston (2006)
Tongkol jagung	90.00	2.00	2.80	0.50	35.00	47.00	39.00	88.00	0.12	0.04	NRC (1978)
Tebon jagung	19.73	7.67	10.90	2.17	33.21	54.94	40.20	69.81	0.35	0.23	Ransa <i>et al.</i> (2020)
Pollard	89.00	3.90	18.00	4.95	11.00	70.00	32.07	51.40	0.12	1.32	NRC (1978)
Kedelai	89.50	7.74	41.20	17.60	7.91	92.80	13.89	23.48	0.28	0.66	NRC (1978), Sutardi (1981)
Ampas Tahu	13.30	2.69	21.00	10.49	23.58	72.87	25.63	51.93	0.53	0.24	Budaarsa <i>et al.</i> (2015), Hernaman <i>et al.</i> (2005)
Bungkil Kelapa	93.00	8.24	21.90	10.90	13.00	81.00	43.45	80.80	0.23	0.66	NRC (1978), Dairyfeed (2017)
Bungkil Kacang Tanah	92.00	8.72	54.20	10.70	11.00	77.00	13.25	28.22	0.22	0.71	NRC (1978), Dairyfeed (2017)
Bungkil inti sawit	89.73	6.50	15.74	7.20	20.42	66.51	34.10	62.25	0.34	0.71	Lab. TIP UNAND (2017), Harmentis <i>et al.</i> (2005), Alimon (2004)
Bungkil Kedelai	89.00	6.80	50.00	2.30	1.30	82.90	9.50	29.70	0.39	0.75	NRC (1978), Rasyaf (1984)
Bungkil Biji Kapuk	90.50	6.70	44.90	1.90	13.00	66.40	19.90	30.80	0.20	1.15	NRC (1978)
Tetes	77.00	0.20	8.70	0.20	0.00	75.00	0.00	0.00	0.21	0.04	NRC (1978)
Dedak Padi	90.60	10.40	15.50	15.20	12.00	84.80	36.38	58.19	0.07	1.78	NRC (1978), Andayati (2009)
Tepung ikan	92.00	18.73	66.60	9.54	1.00	74.00	0.00	0.00	5.61	3.05	NRC (1978)
Jagung	89.00	1.70	10.00	4.00	2.00	80.00	3.00	0.00	0.03	0.31	NRC (1978), Hartadi <i>et al.</i> (1997)
Dedak jagung	90.00	3.50	25.00	7.78	9.00	82.00	16.77	72.17	0.33	0.86	NRC (1978), Dairyfeed (2017), Espinosa <i>et al.</i> (2021)
Gaplek	100.00	3.30	3.30	0.70	5.3	78.50	1.60	3.7	0.57	0.17	Feedipedia (2016)
CaCO3	100.00	99.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	38.70	0.03	
DCP	100.00	91.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.72	17.68	

Keterangan : BK = Bahan Kering PK=Protein Kasar LK=Lemak Kasar SK=Serat Kasar TDN=Total Digestible Nutrien ADF=Acid Detergent Fiber NDF=Neutral Detergent Fibre

Tabel 2 Perhitungan DCAD dan kandungan NDF berbagai bahan baku pakan berdasarkan komposisi mineral.

Bahan Pakan	K	Na	Cl	S	K (mEq)	Na (mEq)	Cl (mEq)	S (mEq)	DCAD (mEq/kg)	NDF (%)
Rumput Gajah	1.31	0.01	0.00	0.10	33.59	0.43	0.00	6.25	27.77	70.00
Lamtoro	1.89	0.02	0.00	0.00	48.46	0.87	0.00	0.00	49.33	40.90
Jerami Padi	1.80	0.01	0.17	0.09	46.15	0.43	4.79	5.63	36.17	72.41
Jerami Jagung	0.95	0.03	0.19	0.14	24.36	1.30	5.35	8.75	11.56	48.00
Tongkol jagung	0.84	0.00	0.00	0.47	21.54	0.00	0.00	29.38	-7.84	88.00
Tebon jagung	1.68	0.01	0.00	0.00	43.08	0.26	0.00	0.00	43.34	69.81
Pollard	1.39	0.07	0.07	0.25	35.64	3.04	1.97	15.63	21.09	51.40
Kedelai	1.79	0.13	0.03	0.24	45.90	5.65	0.85	15.00	35.70	23.48
Ampas Tahu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	51.93
Bungkil Kelapa	1.65	0.04	0.00	0.37	42.31	1.74	0.00	23.13	20.92	80.80
Bungkil Kacang Tanah	1.29	0.45	0.03	0.00	33.08	19.57	0.85	0.00	51.80	28.22
Bungkil inti sawit	0.93	0.00	0.00	0.23	23.85	0.00	0.00	14.38	9.47	62.25
Bungkil Kedelai	2.32	0.10	0.00	0.40	59.49	4.35	0.00	25.00	38.84	29.70
Bungkil Biji Kapuk	1.64	0.07	0.07	0.40	42.05	3.04	1.97	25.00	18.12	30.80
Tetes	6.20	1.52	1.92	0.61	158.97	66.09	54.08	38.13	132.85	0.00
Dedak Padi	1.57	0.03	0.09	0.19	40.26	1.30	2.54	11.88	27.15	58.19
Tepung ikan	0.74	0.40	0.65	0.49	18.97	17.39	18.31	30.63	-12.57	0.00
Jagung	0.35	0.01	0.05	1.00	8.97	0.43	1.41	62.50	-54.50	0.00
Dedak jagung	0.67	1.06	0.24	0.24	17.18	46.09	6.76	15.00	41.51	72.17
Gaplek	1.1	0.07	0.00	0	28.21	3.04	0.00	0.00	31.25	3.7
CaCO <sub>3</sub>	0.04	0.06	0.06	0.07	1.03	2.61	1.69	4.38	-2.43	0.00
DCP	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Ransum diatas diproduksi untuk sapi perah periode transisi dengan bobot 400 Kg, produksi 15 Kg dan FCM 4%. Berdasarkan hasil formulasi ransum menggunakan fungsi *solver* pada program *excel* (Tabel 3), ransum 1 dan ransum 2 memiliki kombinasi bahan pakan yang berbeda. Hal ini dikarenakan, fungsi *solver* telah diatur akan menghasilkan kombinasi bahan pakan yang memiliki kandungan nutrisi sesuai *constraint* yang digunakan dan menghasilkan harga yang paling rendah. Solver bekerja untuk menghasilkan kombinasi penggunaan bahan pakan terbaik untuk mencapai tujuan dan batasan yang telah ditetapkan (Hadi *et al.* 2019). Fungsi solver juga mampu menghasilkan kualitas pakan yang baik dengan harga serendah-rendahnya. Menurut Budiarsana (2016), fungsi solver dapat memudahkan dalam menyusun formula pakan berkualitas dengan harga yang murah.

Berdasarkan perbedaan bahan pakan penyusun ransum maka dihasilkan harga ransum yang berbeda (Tabel 3). Ransum 1 memiliki harga lebih murah sebesar 3.066/kg dibandingkan ransum 2 sebesar 4.514/kg. Harga ransum yang berbeda ini dipengaruhi oleh kandungan nutrisi dan harga tiap bahan pakan yang berbeda. Alifah (2018) menyatakan bahwa tiap pakan memiliki kandungan nutrisi dan harga yang berbeda sehingga *linier programming* memformulasikan ransum hingga mendapatkan ransum dengan harga paling minimum. Namun, dengan adanya penambahan *constraint*, sehingga membuat harga ransum lebih mahal, hal ini dikarenakan solver secara otomatis akan mencari kombinasi bahan pakan yang

sesuai untuk memenuhi kualitas yang dibutuhkan. Selain itu, rasio hijauan:konsentrat yang dihasilkan yaitu 50:50 pada ransum 1 dan 60:40 pada ransum 2 juga berpengaruh pada harga akhir ransum yang dihasilkan. Penggunaan hijauan yang lebih banyak dibandingkan dengan konsentrat mempengaruhi harga akhir ransum yang dihasilkan, dimana harga bahan pakan hijauan relatif lebih murah dibandingkan dengan konsentrat.

Tabel 3 Formulasi dan komposisi nutrisi ransum sapi perah transisi menggunakan fungsi *solver*

Bahan Pakan	Ransum 1 (%)	Ransum 2 (%)	
Lamtoro	14.63	30.00	
Jerami jagung	20.00	20.00	
Jerami padi	-	2.55	
Tebon jagung	16.25	8.65	
Ampas tahu	9.13	-	
Bungkil biji kapuk	4.13	4.66	
Tetes	5.00	5.00	
Jagung	30.00	16.59	
Gaplek	-	9.80	
DCP	-	0.25	
CaCO <sub>3</sub>	0.67	0.50	
Kandungan Nutrien Ransum	Kebutuhan Nutrien*		
Abu (% BK)	5.62	7.03	-
PK (% BK)	14.25	14.41	Min. 13.
LK (% BK)	3.67	2.77	-
SK (% BK)	16.82	16.98	-
TDN (% BK)	70.30	70.30	56-70.3
ADF (% BK)	20.15	20.60	17-21
NDF (% BK)	33.00	33.00	25-33
Ca (% BK)	0.50	0.50	Min. 0.45
P (% BK)	0.25	0.25	Min. 0.23
DCAD (mEq/kg)	7.63	24.00	24.00
Harga (Rp)	3,066	4,514	-

Keterangan: Ransum 1=Hasil formulasi menggunakan solver tanpa *constraint* DCAD; Ransum 2=Hasil formulasi menggunakan solver dengan *constraint* DCAD.

Manipulasi pakan melalui perbedaan keseimbangan kation anion pada ternak ruminansia dapat dilakukan untuk memperbaiki kondisi fisiologis ternak yang akan melahirkan demi mencegah kekurangan mineral seperti milk fever (Hidayat *et al.* 2009). Keseimbangan kation anion memiliki dampak secara langsung pada keseimbangan asam basa darah. Sehingga, pada pakan yang terlalu basa, akan meningkatkan pH darah. NRC (2001), menyatakan bahwa pada sapi perah masa transisi (memasuki laktasi 1), DCAD yang ideal adalah 24 mEq/kg BK untuk mengurangi resiko *metabolic disorder*. Lean dan DeGaris (2010) menyatakan, ransum sapi perah masa transisi yang baik memiliki nilai DCAD kurang dari 80 mEq/kg. Kandungan DCAD yang melebihi normal, akan menyebabkan terjadinya milk fever. Selain itu, kadar kalium pakan yang terlalu tinggi akan menyebabkan terjadinya hipocalcemia.

Nilai NDF (*Neutral Detergent Fiber*) yang dihasilkan pada kedua formulasi ransum menggunakan solver menghasilkan nilai yang sama yaitu 33%. Kadar NDF tersebut sudah sesuai dengan kebutuhan sapi perah masa transisi sesuai dengan NRC (2001) yaitu 25% - 33%. Fungsi solver secara otomatis akan

mencukupi kebutuhan NDF dikarenakan NDF digunakan juga sebagai *constraint* dalam formulasi ransum. Penggunaan NDF dalam formulasi ransum, berdampak pada hasil ransum yang banyak menggunakan sumber hijauan. Hal ini dikarenakan, hijauan merupakan sumber bahan pakan yang tinggi akan serat. Namun, nilai imbangannya yang dihasilkan, penggunaan hijauan pada formulasi ransum ke-2 lebih besar daripada ransum ke-1. Ransum 2 menggunakan hijauan sebanyak 60%, untuk mencukupi kebutuhan NDF nya. Kandungan NDF tidak boleh terlalu tinggi dan juga terlalu rendah. Rendahnya kandungan NDF akan berdampak pada berkurangnya kebutuhan nutrisi ternak, terutama pada *volatile fatty acid* (VFA) yang akan menghasilkan asam asetat, butirat, propionat dan energi sebagai bahan dasar pembuatan lemak susu (Suhendra *et al.* 2015).

### **DCAD (*Dietary Cation Anion Difference*) pada Sapi Perah Transisi**

Manipulasi pakan melalui perbedaan keseimbangan kation anion pada ternak ruminansia dapat dilakukan untuk memperbaiki kondisi fisiologis ternak yang akan melahirkan demi mencegah kekurangan mineral seperti *milk fever* (Hidayat *et al.* 2009). Keseimbangan kation anion memiliki dampak secara langsung pada keseimbangan asam basa darah. Sehingga, pada pakan yang terlalu basa, akan meningkatkan pH darah. NRC (2001), menyatakan bahwa pada sapi perah masa transisi (memasuki laktasi 1), DCAD yang ideal adalah 24 mEq/kg BK untuk mengurangi resiko *metabolic disorder*. Lean dan DeGaris (2010) menyatakan, ransum sapi perah masa transisi yang baik memiliki nilai DCAD kurang dari 80 mEq/kg. Kandungan DCAD yang melebihi normal, akan menyebabkan terjadinya *milk fever*. Selain itu, kadar kalium pakan yang terlalu tinggi akan menyebabkan terjadinya hipocalcemia. Ransum dengan kandungan anion yang lebih banyak (DCAD rendah) dapat mencegah *milk fever*. Begitupun dengan ransum dengan kandungan kation yang tinggi, dapat meningkatkan terjadinya *milk fever*. Masa transisi merupakan masa 2 minggu sebelum melahirkan dan 2 minggu setelah melahirkan. Sebelum melahirkan, sapi perah membutuhkan ransum yang memiliki anion yang tinggi, karena dapat meningkatkan mobilisasi kalsium dan mencegah terjadinya *milk fever*, sedangkan saat menyusui sapi perah membutuhkan ransum yang bersifat alkali atau tinggi kation (Stallings 2009).

Menurut Klos *et al.* (2015) kelumpuhan pasca kelahiran adalah masalah umum pada ternak sapi perah. Hal ini merupakan gangguan metabolisme sapi yang terjadi dalam periode 10 jam sebelum hingga 24-72 jam setelah partus. Diduga penyebab utama gangguan ini adalah pemberian pakan yang tidak tepat pada sapi selama periode kering seperti kekurangan mineral Cl serta peningkatan kebutuhan kalsium sebagai akibat dari inisiasi laktasi. Sebagai akibat dari disfungsi metabolisme mineral, penyakit ini juga dapat disertai dengan: retensi membran janin, perpindahan abomasum, ketosis, atau mastitis. Klos *et al.* (2015) menambahkan bahwa nilai keseimbangan DCAD yang diperlukan tergantung pada fase siklus produksi. Selama menyusui, dianjurkan untuk menjaga keseimbangan positif pada tingkat yang rendah, dan sedikit negatif selama periode kering. Kalium memegang peranan dalam pemeliharaan keseimbangan cairan dan

elektrolit serta keseimbangan asam basa. Selanjutnya Suprayitno *et al.* (2020), mengatakan bahwa hewan membutuhkan K untuk produksi susu, pemeliharaan cairan tubuh, transmisi impuls saraf, kontraksi otot, dan pemeliharaan sistem enzim.

Kalsium merupakan mineral yang sangat dibutuhkan oleh sapi untuk menjalankan fungsi-fungsi tertentu dalam tubuh dan sapi hanya dapat memperoleh kalsium dari pakan. Saat kadar kalsium dalam darah menurun, mekanisme homeostatis kalsium akan diaktifkan. Mekanisme ini ditentukan terutama oleh penyerapan usus, reabsorpsi ginjal dan resorpsi tulang. Koordinasi mekanisme ini dicapai oleh interaksi antara kalsitonin, hormon paratiroid, dan vitamin D3 dikenal sebagai 1,25-dihydroxyvitamin D3 [1,25 (OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>] atau calcitriol (Megan, 2007). Kalsium hilang melalui urin dan tinja, serta janin dan produksi susu pada sapi bunting atau menyusui. Beberapa pada situasi ini mampu beradaptasi melalui mekanisme homeostatis. Namun, kebanyakan sapi tidak dapat beradaptasi dan memulihkan keseimbangan kalsium, maka sapi-sapi tersebut akan menderita hipokalsemia subklinis ataupun hipokalsemia klinis.

Pengukuran DCAD pada sapi perah telah banyak dilakukan, khususnya pada sapi perah laktasi, dan membuktikan bahwa dengan adanya nilai negatif dan positif pada DCAD dapat mempengaruhi produktivitas sapi. Pemberian ransum berdasarkan keseimbangan kation-anion pada umumnya dalam rangka mencegah hipokalsemia sesudah beranak pada sapi perah (Riond (2001). Harris dan Beede (1993) menyatakan bahwa ransum dengan keseimbangan kation-anion positif diberikan pada sapi perah selama laktasi dapat meningkatkan produksi susu. Sebaliknya, pemberian ransum dengan keseimbangan kation-anion negatif lebih baik diberikan pada sapi perah pada waktu kering kandang sebelum beranak untuk mengurangi resiko *milk fever* dan mencegah parturient paresis, melalui mekanisme homeostatis metabolisme kalsium (Hu dan Murphy 2004).

Riond (2001) melaporkan hasil penelitiannya bahwa peningkatan perbedaan anion kation ransum (PKAR) dari 100 menjadi 250 meq/kg bahan kering ransum akan meningkatkan jumlah konsumsi bahan kering pada sapi perah. Roche *et al.* (2005), ransum dengan keseimbangan kation-anion positif yang diberikan pada sapi perah selama laktasi dapat meningkatkan produksi susu. Peningkatan produksi susu ini akibat peningkatan jumlah konsumsi bahan kering. Pemberian PKAR sebesar +15 sampai dengan +20 mEq/100 g bahan kering ransum menghasilkan jumlah konsumsi bahan kering ransum yang optimum (Roche *et al.* 2000). Borucki-Castro *et al.* (2004) melaporkan bahwa dengan peningkatan PKAR dari +14 menjadi +45 mEq/ 100g bahan kering ransum tidak berpengaruh nyata pada jumlah produksi susu.

Sebaliknya, hasil penelitian Morton dan Roach (2002) dan Chan *et al.* (2005) diperoleh hasil bahwa penambahan PKAR menurunkan jumlah konsumsi bahan kering ransum yang dicobakan pada musim dingin. Akibatnya, produksi susunya juga menjadi menurun seiring dengan penurunan jumlah konsumsi bahan kering ransum. Hasil penelitian Anggreini (2007) pada domba garut jantan, menunjukkan bahwa peningkatan PKAR dari -10 menjadi +40 meq/100 mg bahan kering ransum tidak mempengaruhi jumlah konsumsi ransum bahan kering (BK), konsumsi bahan organik (BO), koefisien cerna BK, koefisien cerna BO, absorpsi mineral-mineral (P, Mg, Zn), dan pH urin. Apabila PKAR diturunkan dari 203 menjadi -63 meq/kg bahan kering ransum, jumlah konsumsi bahan kering pada

sapi perah periode kering akan menurun (Vagnoni dan Oetzel 1998). Begitu juga hasil penelitian Moore *et al.* (2000), Roche *et al.* (2003a), Roche *et al.* (2003b) dan Charbonneau *et al.* (2006) melaporkan penurunan jumlah konsumsi bahan kering ransum akibat penurunan PKAR. Menurut Moore *et al.* (2000), penurunan jumlah konsumsi bahan kering pada penurunan PKAR ransum disebabkan oleh garam-garam anion yang ditambahkan dalam ransum tersebut tidak palatable.

### **Serat Kasar Pada Sapi Perah**

Kecernaan NDF (*Neutral Detergent Fiber*) dan ADF (*Acid Detergent Fiber*) merupakan salah satu faktor yang menentukan kualitas pakan ruminansia. Kecernaan NDF dan ADF ditentukan oleh aktivitas mikroba selulolitik (Ransa *et al.* 2020). NDF terdiri dari hemiselulosa, selulosa, lignin dan protein yang terikat pada dinding sel yang mudah larut dalam detergent netral sedangkan ADF merupakan zat yang terdiri dari lignin, selulosa yang mudah larut dalam detergent asam (Van Soest 1994). Tingkat kecernaan NDF yang rendah, akan menurunkan konsumsi ransum. Pada periode transisi, sapi perah akan mengalami *negative energy balance* (NEB), yaitu ketidakseimbangan antara jumlah energi yang dibutuhkan untuk produksi dan hidup pokok, dengan jumlah konsumsi ransumnya (Baumgard *et al.* 2006). Sehingga untuk memenuhi kebutuhan energi tersebut dibutuhkan pakan dengan kecernaan yang tinggi, untuk meningkatkan konsumsi dari sapi perah. Pada periode transisi setelah sapi beranak, yaitu awal laktasi, sapi perah juga mengalami peningkatan kebutuhan kalsium yang drastis dalam waktu yang singkat (Wilkens *et al.* 2020). Sebagai akibatnya, pada masa transisi sapi mudah terkena gangguan metabolisme, kekurangan energi, gangguan imunitas dan peradangan (Esposito *et al.* 2014), defisiensi kalsium (*hypocalcemia*) dan interaksinya dengan penyakit lain.

Keseimbangan kandungan NDF pakan perlu diperhatikan. Keberadaan NDF juga memiliki keterkaitan dengan kandungan lemak susu yang dihasilkan saat periode laktasi. Kandungan NDF tidak boleh terlalu tinggi dan juga terlalu rendah. Rendahnya kandungan NDF akan berdampak pada berkurangnya kebutuhan nutrisi ternak, terutama pada *volatile fatty acid* (VFA) yang akan menghasilkan asam asetat, butirrat, propionat dan energi sebagai bahan dasar pembuatan lemak susu (Suhendra *et al.* 2015). Kecernaan NDF pakan dipengaruhi oleh kandungan nutrisi lain seperti PK. Menurut Wawo *et al.* (2020), kadar protein yang tinggi dapat meningkatkan kecernaan NDF. Waani (1999) menyatakan bahwa jumlah protein pakan akan mempengaruhi populasi mikroba dalam rumen, hal ini berkaitan dengan peranan mikroba rumen dalam proses pencernaan. Meningkatnya protein pakan, akan meningkatkan populasi mikroba rumen yang dapat mencerna serat kasar.



## IV SIMPULAN DAN SARAN

### 41 Simpulan

Penambahan *constraint* DCAD dan NDF dalam formulasi ransum menggunakan program *Solver* yang memakai berbagai bahan baku lokal dapat diterapkan karena mampu menghasilkan ransum dengan keseimbangan nutrisi yang lebih teliti, namun kekurangannya terjadi peningkatan biaya pakan dan penggunaan hijauan di dalam ransum.

### 42 Saran

Bahan pakan yang terdapat di Indonesia perlu dilengkapi dengan hasil analisis kandungan DCAD dan NDF, karena informasi kandungan DCAD dan NDF bahan pakan lokal masih terbatas.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alifah NA. 2018. Pengembangan sistem formulasi ransum untuk kebutuhan ternak ruminansia menggunakan *linear programming* [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Alimon AR. 2004. *The Nutritive Value of Palm Kernel Cake for Animal Feed*. Malaysia (MY): Universiti Putra Malaysia Press.
- Andayati J. 2009. Kecernaan in vitro komponen serat ransum ternak sapi yang menggunakan kulit buah jagung amoniiasi. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan*. 12(30): 129-136
- Anggreini D. 2007. konsumsi dan pencernaan nutrien serta kualitas semen domba garut dengan ransum yang bernilai neraca kation anion berbeda [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Antonius. 2009. Potensi jerami padi hasil fermentasi probion sebagai bahan pakan dalam ransum Sapi Simmental [Prosiding]. Galang (ID): Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner
- Baumgard LH, Schwatz G, Kay JK, Rhoads ML. 2006. Does negative energy balance (nebal) limit milk synthesis in early lactation. *Western Canadian Dairy Seminar Advances in Dairy Technology*. 19: 77-86.
- Budaarsa K, Stradivari GE, Kencana Jaya IPGAS, Mahardika IG. 2015. Pemanfaatan ampas tahu untuk mengganti sebagian ransum komersial ternak babi. *Jurnal Ilmiah Peternakan Universitas Udayana*. 18(1) : 226-239
- Budiarsana IGM 2016. Penggunaan fungsi "solver" dalam formulasi pakan termurah untuk peternak sapi perah skala kecil. *Informatika Pertanian*. 25(2): 231 – 240.
- Borucki-Castro SI, Phillip LE, Girard V, Tremblay A. 2004. Altering dietary cation-anion difference in lactating dairy cows to reduce phosphorus excretion to the environment. *J Dairy Sci* 87:1751–1757.
- Chan S *et al.* 2005. Effects of dietary cation-anion difference on intake, milk yield, and blood components of the early lactation cow. *J Dairy Sci* 88:4384–4392.
- Charbonneau E, Pellerin D, Oetzel GR. 2006. Impact of lowering dietary cation-anion difference in nonlactating dairy cows: a meta-analysis. *J Dairy Sci* 89:537–548.
- Espinosa CD, Fry RS, Usry JL, Stein HH. 2021. Copper hydroxychloride improves gain to feed ratio in pigs, but this is not due to improved true total tract digestibility of acid hydrolyzed ether extract. *J. Anim. Feed. Sci.* 274:
- Esposito G, Irons PC, Webb EC, Chapwanya A. 2014. Interactions between negative energy balance, metabolic diseases, uterine health and immune response in transition dairy cows. *Animal Reproduction Science*. 144: 60-71.
- Gusnida dan Nuraini. 2019, *Agribisnis Pakan Ternak Unggas*. Jakarta (ID) : Direktorat Pembinaan SMK Kemendikbud RI.
- Hadi SN, Hamdan A, Subhan A. 2019. Optimasi formulasi pakan sapi potong dengan menggunakan linear programming model. *Jurnal Pengembangan Penyuluhan Peternakan*. 16(30): 17-24

- Harnentis, Mirnawati, Mirzah. 2005. Teknologi pengolahan bungkil inti sawit untuk meningkatkan daya gunanya sebagai bahan ternak unggas [Prosiding]. Laporan Penelitian Departemen Pendidikan Nasional.
- Harris Jr B, Beede DK. 1993. Dietary cation-anion balancing of rations in the prepartum or late dry period. In DS86 seri of the Animal Science Department Florida Cooperative Extension Service. Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida. <http://www.edis.ifas.ufl.edu>.
- Hartadi H.1980. *Tables of Feed Composition for Indonesia*. Logan (UT): Utah State University.
- Hartadi H, Reksohadiprojo S, Tilman AD. 1997. Tabel Komposisi Pakan Untuk Indonesia. Yogyakarta (ID): Gadjah Mada Uiversity Press
- Hernaman I, Hidayat R, Mansyur. 2005. Pengaruh penggunaan molases dalam pembuatan silase campuran ampas tahu dan pucuk tebu kering terhadap nilai pH dan komposisi zat-zat makananya. *Jurnal Ilmu Ternak*. 2(5) : 94-99
- Hidayat R , Toharmat T, Boediono A, Permana IG. 2009. Manipulasi Kondisi Fisiologis dan Keasaman Semen Melalui Pengaturan Perbedaan Kation Anion Ransum dan Suplementasi Asam Lemak pada Domba Garut. *JITV*. 14(1): Th. 25-35.
- Hu W, Murphy MR. 2004. Dietary cation-anion difference effects on performance and acid-base status of lactating dairy cows: a meta-analysis. *J Dairy Sci* 87:2222–2229.
- Islam M, Saha C, Sarker N, Jalil M, Hasanuzzaman M. 2003. Effect of variety on proportion of botanical fractions and nutritive value of different Napier Grass (*Pennisetum purpureum*) and relationship between botanical fractions and nutritive value”. *Asian Australas. Journal Animal Science*. 16:837–842
- Kłos B, Kaliciak M, Walkowiak K, Adamski M. 2015. The influence of negative cation-anion balance in cows on the frequency of milk fever. *Acta Sci. Pol. Zootechnica*. 14(1): 91–98.
- Lean I, DeGaris P. 2010. *Transition Cow Management*. Australia (AU) : Dairy Australia.
- NRC [National Research Council]. 2001. Nutrient Requirement of Dairy Cattle. National Academy of Science. Washington DC.
- Moore SJ *et al.* 2000. Effects of altering dietary cation-anion difference on calcium and energy metabolism in peripartum cow. *J Dairy Sci* 83 : 2095-2104.
- Morton J, Roach C. 2002. Potash- How does it affect production and cow health. in: Tanaki. *Proceedings of the Westpac Trust Dairy Conference*. New Zealand. Page:19–23.
- Permana AH, Hernaman I, Mayasari N. 2020. Profil Protein Darah Sapi Perah Masa Transisi dengan Indigofera zollingeriana Sebagai Pengganti Konsentrat Serta Penambahan Mineral dalam Pakan. *Sains*.
- Prasetyo Y. 2018. Agribisnis Pakan Ternak Ruminansia. Jakarta (ID) : Direktorat Pembinaan SMK Kemendikbud RI.
- Ransa CP, Tuturoong RAV, Pendong AF, Waani MR. 2020. Kecernaan NDF dan ADF pakan lengkap berbasis tebon jagung pada sapi FH. *J Zootec*. 40(2) : 542-551.
- Rasyaf 1994. *Makanan Ayam Broiler*. Yogyakarta (ID) : Kanisius.
- Riond JL. 2001. Animal nutrition and acid-base balance. *Eur J Nutr* 40:245– 254.

- Roche JR *et al.* 2003a. Dietary cation-anion difference and the health and production of pasture-fed dairy cows. 1. Dairy cows in early lactation. *J Dairy Sci* 86:970–978.
- Roche JR *et al.* 2003b. Dietary cation-anion difference and the health and production of pasture-fed dairy cows. 2. Nonlactating periparturient cows. *J Dairy Sci* 86:979–987.
- Roche JR, Petch S, Kay JK. 2005. Manipulating the dietary cation-anion difference via drenching to early-lactation dairy cows grazing pasture. *J Dairy Sci* 88: 264–276.
- Sharif M, Shahzad MA, Nisa M, Sarwar M. 2010. Dietary cation anion difference impact on productive and reproductive performance in animal agriculture. *African Journal of Biotechnology*. 9(47): 7976-7988.
- Suprayitno I, Humaidah N, Suryanto D. 2020. Efektivitas penambahan mineral pada pakan terhadap produksi ternak ruminansia. *Jurnal Dinamika Rekasatwa*. 3(2):83-89.
- Suhendra D, Anggiati GT, Sarah S, Nasrullah AF, Thimoty A, Utama DWC. 2015. Tampilan kualitas susu sapi perah akibatimbangan konsentrat dan hijauan yang berbeda. *Jurnal Ilmu Ilmu Peternakan*. 25(1) : 42-46.
- Suranindyah Y, Astuti A, Widayati DT, Haryadi T, Muzayannah MAU. 2020. Pendampingan Peternak Dalam Pengelolaan Pakan Sapi Perah Periode Transisi di Kelompok Ploso Kerep, Cangkringan, Sleman Selama Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat. *Indonesian Journal of Community Engagement*. 6(3): 186-194.
- Suryanah, Nur H, Anggraeni. 2016. Pengaruh neraca kation anion ransum yang berbeda terhadap bobot karkas dan bobot giblet ayam broiler. *Jurnal Peternakan Nusantara*. 2(1) : 2442-2541.
- Sutardi T. 1981. *Sapi Perah dan Pemberian Makanannya*. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor Press
- Suwandyastuti SNO. 1986. Peningkatan mutu jerami padi ditinjau dari neraca mineral esensial pada sapi perah [Disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor
- Stallings CC. 2009. Paying attention to dietary cation anion balance can mean more milk and fewer metabolic problems. *Virginia Cooperative Extension*. 404-131.
- Tucker WB, Harrison GA, Hemken RW. 1992. Sulfur should be included when calculating the dietary cation-anion balance of diets for lactating dairy cows. *Anim Sci Res Rep*: 141-150.
- Vagnoni DB, Oetzel GR. 1998. Effects of dietary cation-anion difference on the acid-base status of dry cows. *J Dairy Sci*. 81:1643–1652.
- Van Soest PJ. 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Second Edition. Comstock Publishing Associates Cornell University Press. A Division of Ithaca and London.
- Waani MR. 1999. Konsumsi dan pencernaan jerami padi, jerami padi amoniasi atau jerami kacang kedelai pada sapi peranakan ongole [tesis]. Yogyakarta (ID) : Universitas Gajah Mada.
- Wawo FF, Pendong AF, Kaunang CL, Waani MR. 2020. Kecernaan NDF dan ADF ransum komplit berbasis tebon jagung pada sapi peranakan ongole. *J Zootec*. 40(2): 522-530

Wilkins MR, Nelson CD, Hernande LL, McArt JAA. 2020. Symposium review: Transition cow calcium homeostatis-Health effect of hypocalcemia and strategies for prevention. *Journal of Dairy Science*. 103: 2902- 2927.