

PENGARUH SUPLEMENTASI *SODIUM BICARBONATE* DALAM PAKAN TERHADAP GAMBARAN HEMATOLOGIS, FREKUENSI NAFAS, DAN PH URIN PADA SAPI PERAH LAKTASI

Cintya Naryadita Pratama, Dian Wahyu Harjanti, dan Priyo Sambodho

Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro Semarang

Cintya195@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi jumlah eritrosit, frekuensi nafas, dan pH urin sapi laktasi yang diberi pakan dengan disuplementasi *sodium bicarbonate*. Materi yang digunakan dalam penelitian adalah 12 ekor sapi laktasi pada masa laktasi bulan ke 5 dan 6 pada periode ke I dengan bobot badan rata-rata sebesar 389,17 kg (CV 6,94%) dan produksi susu rata-rata sebesar 13,76 l (CV 10,61%). Ternak mendapat perlakuan selama 30 hari, perlakuan yang diberikan berupa T0 (ransum basal + tanpa *sodium bicarbonate*), T1 (ransum + *Sodium bicarbonate* 0,8% BK), dan T2 (ransum + *Sodium bicarbonate* 1% BK). Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 4 ulangan. Parameter yang diukur meliputi jumlah eritrosit, frekuensi nafas, dan pH urin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh nyata ($P > 0,05$) dari *sodium bicarbonate* terhadap jumlah eritrosit, frekuensi nafas, dan pH urin. Kesimpulan yang diperoleh yaitu, suplementasi *sodium bicarbonate* mencapai taraf 1% dari jumlah pakan tidak menghambat sintesis eritrosit maupun metabolisme ternak.

Kata kunci: sapi perah laktasi, *sodium bicarbonate*, eritrosit, frekuensi nafas, pH urin.

PENDAHULUAN

Pakan merupakan salah satu faktor yang berhubungan erat dengan untung rugi suatu usaha peternakan (Guntoro, 2012). Pakan sapi perah secara umum terdiri dari hijauan dan konsentrat. Konsentrat merupakan pakan yang mengandung nutrisi pakan yang jumlahnya lebih tinggi dibanding hijauan, tetapi memiliki kandungan serat kasar rendah (Susilorini dkk., 2008). Kandungan serat kasar yang rendah dalam pakan mengacu pada asidosis rumen karena pH rumen menjadi asam akibatnya populasi mikroba rumen mengalami penurunan dan proses fermentasi dan penyerapan pakan menjadi kurang maksimal (Hernandez dkk., 2014).

Pemberian pakan konsentrat akan mengurangi frekuensi mastikasi sedangkan mastikasi berguna untuk mencampur pakan dengan saliva dimana saliva mengandung *buffer*, oleh karena itu perlu diberikan zat aditif untuk membantu menyeimbangkan pH rumen. Buffer merupakan suatu senyawa yang dapat mempertahankan nilai pH, secara alami berupa saliva (Hernandez dkk., 2014). Salah satu buffer yang dapat digunakan sebagai suplemen dalam pakan ternak salah satunya adalah *sodium bicarbonate*. *Sodium bicarbonate* adalah senyawa kimia dengan rumus NaHCO_3 berbentuk halus, memiliki rasa asin dan akan terurai menjadi Na^+

dan HCO_3^- (Praja, 2015). *Sodium bicarbonate* dapat mempertahankan pH dan meningkatkan fermentasi pakan berserat rendah di dalam rumen (Wittayakun dkk., 2015). Mekanisme asam-basa diatur oleh tubuh melalui darah, sistem pernafasan, dan ginjal.

Darah perlu menjaga keberlangsungan hematopoiesis khususnya eritropoiesis sebab terganggunya eritropoiesis akan mengganggu jumlah eritrosit. Berkurangnya jumlah eritrosit akan mempengaruhi konsentrasi CO_2 . Konsentrasi CO_2 yang tinggi menyebabkan pH menjadi asam. Darah berintegrasi dengan sistem pernafasan dan ginjal untuk menjaga keseimbangan asam-basa nya, sehingga apabila terjadi perubahan dalam pH darah maka akan nampak melalui aktivitas pernafasannya dan pH urin. Sistem pernafasan mengatur keseimbangan asam-basa dengan mengendalikan CO_2 dalam tubuh (Afzaal, 2004). Ginjal mengendalikan keseimbangan asam-basa melalui pH urin (Razzaghi dkk., 2012). pH urin yang asam mengindikasikan adanya ion H^+ didalam urin dan terjadinya asidosis, pH urin yang basa mengindikasikan adanya ion HCO_3^- yang dieksresikan tubuh.

Berdasarkan uraian diatas maka perlu dilakukan penelitian dengan tujuan untuk mengevaluasi jumlah eritrosit, frekuensi nafas,

dan pH urine sapi laktasi yang disuplementasi *sodium bicarbonate* dengan taraf 0,8% dan 1%.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Kelompok Tani Ternak (KTT) Susu Makmur yang berlokasi di Dusun Banyudono, Desa Gedong, Kecamatan Banyubiru, Kabupaten Semarang, Jawa Tengah.

Materi yang digunakan adalah 12 ekor sapi laktasi pada masa laktasi bulan ke 5 dan 6 pada periode ke I dengan bobot badan rata-rata sebesar 389,17 kg (CV 6,94%) dan produksi susu rata-rata sebesar 13,76 l (CV 10,61%). Ternak dikelompokkan secara acak menjadi 3 kelompok perlakuan dengan setiap kelompok terdiri dari 4 ekor ternak. Pakan yang diberikan berupa hijauan dan konsentrat dalam bentuk tepung dan pellet. Hijauan yang diberikan berupa rumput gajah.

Konsentrat berbentuk *mash* berasal dari KUD dan konsentrat berbentuk pellet dengan merk dagang "Lactoplus" produksi PT. Cargill Indonesia. Pakan yang digunakan tersebut dianalisis seperti yang tertera dalam Tabel 1. kemudian disusun berdasarkan bobot badan, produksi susu, kadar lemak susu, dan berat jenis susu sesuai dengan tabel dalam NRC (2001). Penyusunan ransum tertera pada Tabel 2. *Sodium bicarbonate* akan dicampurkan dalam pakan konsentrat.

Peralatan yang dibutuhkan meliputi peralatan kandang dan peralatan pengambilan sampel darah. Peralatan kandang yang digunakan berupa pita ukur dan timbangan pakan, Peralatan yang digunakan dalam pengambilan sampel darah adalah syring dan *vacutainer* EDTA. Alat yang digunakan alat hemodialisa (Mindray BC-2800 Vet, China).

Tabel 1. Hasil Analisis Proksimat Bahan Pakan.

Bahan Pakan	BK*	Abu*	PK*	LK*	SK*	BETN**	TDN***
	-----%-----						
Rumput Gajah	25,3	19,7	9,13	2,86	23,3	44,9	50,1
Konsentrat Berbentuk <i>Mash</i>	83,7	19,6	12,2	4,14	17,1	46,9	56,6
Konsentrat Berbentuk Pellet	86,4	13,6	15,8	4,22	16,1	50,3	64,1

Keterangan :

*) Hasil Analisis Laboratorium

***) BETN dihitung dengan rumus:

$$\text{BETN (\%)} = 100 - (\text{Abu} + \text{PK} + \text{LK} + \text{SK})$$

****) Menurut Rumus Hartadi dkk. (1986) yaitu:

$$\text{TDN (\%)} = 92.464 - 3.338 (\text{SK}) - 6.945 (\text{LK}) - 0.762 (\text{BETN}) + 1.115 (\text{PK}) + 0.031 (\text{SK}^2) - 0.133 (\text{LK}^2) + 0.036 (\text{SK}) (\text{BETN}) + 0.207 (\text{LK}) (\text{BETN}) + 0.100 (\text{LK}) (\text{PK}) - 0.022 (\text{LK}^2) (\text{PK})$$

Tabel 2. Komposisi Ransum.

No.	Bahan Pakan	Komposisi	BK	PK	LK	SK	TDN
			-----%-----				
1.	Rumput gajah	58	14,7	5,3	1,7	13,5	30,7
2.	Konsentrat Berbentuk <i>Mash</i>	25	20,9	3,1	1,0	4,3	16,2
3.	Konsentrat Berbentuk Pellet	17	14,7	2,7	0,7	2,7	13,9
	Total	100		11,0	3,4	20,5	60,8

Ternak mendapat perlakuan selama 30 hari. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan level suplementasi *sodium bicarbonate* dan 4 ulangan. Perlakuan yang diberikan berupa T0 = ransum tanpa penambahan *sodium bicarbonate* (kontrol). T1 = ransum + *sodium*

bicarbonate 0,8% BK, T2 = ransum + *sodium bicarbonate* 1% BK. Perlakuan diterapkan berdasarkan pemberian pakan pagi dan sore hari. Pengambilan sampel dilakukan pada hari ke 27 penelitian yakni 3 jam setelah pemberian pakan, sampel darah diambil menggunakan spuit melalui vena jugularis sebanyak 5 ml, parameter yang

diukur meliputi jumlah eritrosit, hematokrit, konsentrasi hemoglobin, nilai MCV, MCH, MCHC, frekuensi nafas, dan pH urin. Data yang diperoleh selanjutnya diolah secara statistik menggunakan Anova pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Darah

Gambaran hematologis sapi perah yang disuplementasi *sodium bicarbonate* dalam ransum ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Rataan Profil Darah Merah Sapi Perah Laktasi.

Variabel	Perlakuan		
	T0	T1	T2
Eritrosit ($\times 10^6/\mu\text{L}$)	5,90 \pm 0,96	5,63 \pm 0,34	6,13 \pm 0,58
Hemoglobin (g/dL)	9,13 \pm 1,13	9,00 \pm 0,62	9,30 \pm 0,63
Hematokrit (%)	26,20 \pm 3,81	25,83 \pm 1,77	27,18 \pm 2,51
MCV (fL)	44,53 \pm 2,64	45,88 \pm 0,58	44,48 \pm 3,60
MCH (pg)	15,58 \pm 1,06	15,98 \pm 0,34	15,23 \pm 1,19
MCHC (%)	35,45 \pm 0,78	34,88 \pm 1,09	34,30 \pm 1,02

Berdasarkan Tabel 3. dapat terlihat bahwa jumlah eritrosit, hematokrit, konsentrasi hemoglobin, nilai MCV, MCH, dan MCHC pada tiap-tiap perlakuan tergolong normal sesuai dengan yang dilaporkan oleh Meyer dan Harvey (2004) yaitu jumlah eritrosit sapi berkisar 5,0 – 8,0 $\times 10^6/\mu\text{L}$ dan konsentrasi hemoglobin sapi berkisar 8,0 – 14g/dL; Nugroho dkk. (2013) yaitu kadar hematokrit pada sapi berkisar antara 27 – 45%; Gavan dkk. (2010) yaitu 40,0 – 60,0fL untuk nilai MCV dan 30,0 – 60,0% untuk MCHC serta Reece (2009) yaitu 11,0 – 17,0pg untuk nilai MCH.

Berdasarkan analisis statistik, dapat diketahui bahwa suplementasi *sodium bicarbonate* dalam pakan tidak berpengaruh ($P>0,05$) terhadap jumlah eritrosit, kadar hematokrit, konsentrasi hemoglobin, nilai MCV, nilai MCH, dan nilai MCHC sapi perah laktasi. Hal ini menunjukkan pemberian *sodium bicarbonate* dalam pakan mencapai taraf 1% BK tidak mengganggu darah untuk menjalankan fungsinya. Hal ini sesuai dengan yang dilaporkan oleh Wester (2002) bahwa pemberian *sodium bicarbonate* sebanyak 1,2% BK tidak mempengaruhi kondisi hematologis sapi perah bangsa Jersey dan Holstein yang menerima *force-fed* berupa pakan basal.

Suplementasi *sodium bicarbonate* tidak mempengaruhi variabel darah yang diujikan karena *sodium bicarbonate* hanya mengandung natrium dimana tidak berhubungan dengan pembentukan eritrosit ataupun komponen dalam eritrosit sehingga tidak mengubah konsumsi BK, hal ini menunjukkan bahwa suplementasi *sodium*

bicarbonate juga tidak mempengaruhi palatabilitas ternak. Menurut Wittayakun dkk. (2015) *sodium bicarbonate* dapat mempertahankan kenetralan pH rumen karena mengandung ion HCO_3^- yang dapat memberi substrat pada bakteri rumen supaya proses fermentasi pakan terjaga. Proses fermentasi pakan tersebut meningkatkan pencernaan nutrisi pakan. Proses pencernaan yang baik membantu eritrosit dalam melakukan eritropoiesis sebab untuk melakukan eritropoiesis, eritrosit membutuhkan prekursor berupa vitamin B₁₂, asam folat, enzim-enzim, dan zat besi. Baradero dkk. (2005) menambahkan bahwa jumlah eritrosit dapat mengindikasikan status kecukupan nutrisi, semakin tercukupi nutrisi dalam tubuh akan menghasilkan jumlah eritrosit yang normal.

Frekuensi Nafas

Hasil perhitungan frekuensi nafas sapi perah laktasi yang disuplementasi *sodium bicarbonate* dalam ransum ditampilkan dalam Ilustrasi 1. Rata-rata frekuensi nafas hasil penelitian ini berkisar antara 24 – 28,8 kali/menit. Hasil tersebut tergolong normal karena sesuai dengan frekuensi nafas sapi dari yang dilaporkan oleh Flanders dan Gillespie (2015) yakni antara 10 – 30 kali/menit.

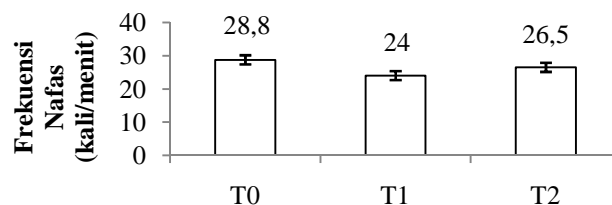
Berdasarkan analisis statistik, suplementasi *sodium bicarbonate* dalam pakan tidak mempengaruhi laju pernafasan ternak karena laju nafas ternak masih dalam batas normal, hal ini menunjukkan bahwa pemberian *sodium bicarbonate* mencapai taraf 1% BK tidak mengganggu laju pernafasan ternak. Joaquim

dkk. (2014) menunjukkan bahwa frekuensi nafas ternak masih dalam kisaran normal saat suplementasi *sodium bicarbonate* mencapai 1,5% BK.

Pemberian *sodium bicarbonate* dalam pakan tidak mempengaruhi laju pernafasan ternak pada penelitian ini sebab pakan yang diberikan berada pada *maintenance level* atau sesuai dengan kebutuhan pokok dan produksi, selain itu rasio pakan hijauan lebih besar yakni 58% dibandingkan rasio pakan konsentrat yakni 42%. Wester (2002) menjelaskan bahwa rasio pemberian pakan konsentrat yang lebih besar dibanding hijauan akan menghasilkan produksi yang tinggi diikuti oleh tingginya resiko asidosis, oleh karena itu penambahan *buffer* seperti *sodium bicarbonate* atau *sodium bentonite* dapat membantu mengeliminasi hal ini melalui sistem perlawanan yang berasal dari sistem bikarbonat, pernafasan, dan ekskresi ginjal. Laju pernafasan dapat menjadi salah satu indikator kesehatan dimana tinggi rendahnya pernafasan berkaitan langsung dengan proses metabolisme tubuh.

Laju pernafasan dapat terganggu pada ternak yang mengalami *bloat*. Selain

menyebabkan asidosis, rasio pemberian pakan konsentrat yang lebih besar dibanding hijauan juga dapat menyebabkan *bloat*. Hal ini disebabkan karena terjadi peningkatan gas hasil fermentasi pakan dalam rumen yang tidak dapat dikeluarkan dari tubuh. Divers dan Peek (2008) menjelaskan bahwa konsentrasi CO_2 yang berlebih dapat menyebabkan pernafasan menjadi lambat sehingga dapat menyebabkan asidosis respiratorik, hal ini akan mengganggu kenyamanan ternak. Kandungan CO_2 yang tinggi ini menyebabkan keseimbangan asam basa terganggu dimana CO_2 merupakan salah satu asam maka apabila tidak dikeluarkan dapat terjadi penimbunan asam dalam tubuh yang dapat mengganggu metabolisme sehingga peranan *sodium bicarbonate* sebagai *buffer* dapat menanggulangi kondisi seperti ini. Afzaal dkk. (2004) menjelaskan bahwa sistem *buffer* dari *sodium bicarbonate* dapat mengubah tekanan parsial CO_2 dalam tubuh melalui pernafasan atau melalui kontrol metabolik konsentrasi HCO_3^- dalam darah dengan tujuan untuk mempertahankan proses metabolisme tubuh.



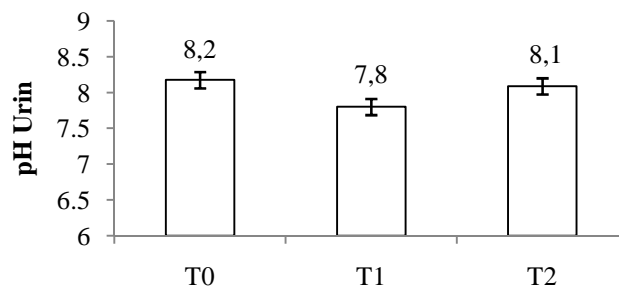
Ilustrasi 1. Diagram Frekuensi Nafas Sapi Perah Laktasi yang Disuplementasi *Sodium bicarbonate*.

pH Urin

Hasil analisis pH urin sapi perah laktasi yang disuplementasi *sodium bicarbonate* dalam ransum ditampilkan dalam Ilustrasi 2. Rata-rata pH urin pada penelitian ini berkisar antara 7,80 – 8,18. Hasil tersebut tergolong normal sebab berada pada rentang pH urin yang dilaporkan oleh Parrah dkk. (2013) yaitu pH urin normal pada ternak berkisar antara 7,4 – 8,4.

Berdasarkan analisis statistik, tidak terdapat pengaruh suplementasi *sodium bicarbonate* dalam pakan terhadap pH urin sapi perah ($P > 0,05$). Hasil penelitian ini sesuai dengan

yang dilaporkan oleh Erdman dkk. (1980) yang menyatakan bahwa kombinasi dari suplementasi 1% *sodium bicarbonate* dan 0,9% magnesium oksida dalam rasio pakan konsentrat sebanyak 60% tidak mempengaruhi pH urin, tetapi Wester (2002) menyatakan bahwa terjadi peningkatan pH urine pada ternak yang mendapat perlakuan *force-fed* pakan basal yang ditambah *sodium bicarbonate* sebanyak 1,5% BK. Sarwar dkk. (2007) juga menyatakan bahwa terjadi peningkatan pH urin juga terjadi pada kerbau yang pakannya dicampur *sodium bicarbonate* sebanyak 0,5%, 1%, dan 1,5% dari BK pakan.



Ilustrasi 2. Diagram pH Urin Sapi Perah Laktasi yang Disuplementasi *Sodium bicarbonate*.

Pemberian *sodium bicarbonate* dalam pakan tidak mempengaruhi pH urin ternak pada penelitian ini dikarenakan komposisi pakan yang diberikan terdiri dari 58% hijauan dimana hijauan sendiri mengandung serat yang tinggi dan butuh waktu yang cukup lama untuk dicerna tubuh sehingga tidak mengganggu regulasi pengaturan pH urin. pH urin berfungsi sebagai gambaran kondisi metabolisme asam basa dalam tubuh. Besaran pH urin dipengaruhi oleh pakan dan penyakit pada ginjal dan saluran urinasi. Kusumawati dan Sardjana (2006) menyatakan bahwa perubahan pada pH urin berhubungan erat dengan pakan yang dicerna oleh tubuh. Pakan rendah serat seperti konsentrat cenderung lebih cepat tercerna dalam rumen sehingga menyebabkan pH rumen, darah, dan urin menjadi asam. Apabila tubuh tidak dapat menstabilkan pH tersebut maka ginjal akan mengekskresikan urin asam ini dengan tujuan untuk mempertahankan keseimbangan asam basa. Sedangkan pakan yang mengandung NPN seperti urea akan mengubah urin menjadi alkali, sebab tidak seluruh bagian dari urea dapat diubah menjadi protein, sisa dari urea yang berupa amoniak tersebut dibuang melalui urin. Cockcfort (2015) menjelaskan bahwa kelebihan amoniak akan diserap dari rumen dan diubah kembali menjadi urea di hati, kemudian akan diekskresi melalui urin. Selain itu, jumlah mineral dalam pakan juga dapat mengubah derajat keasaman urin. Constable dkk. (2017) menjelaskan bahwa pH urin hewan ruminansia cenderung dipengaruhi oleh perbedaan ion yang biasa mendominasi tubuh dimana kalium, magnesium, natrium, kalsium akan meningkatkan pH urin sedangkan sulfat dan klorida akan mengasamkan pH.

KESIMPULAN

Suplementasi *sodium bicarbonate* mencapai taraf 1,0% dari jumlah pakan tidak menghambat sintesis eritrosit maupun metabolisme ternak.

DAFTAR PUSTAKA

- Afzaal, D., M. Nisa, M. A. Khan, dan M. Sarwar. *A review on acid base status in dairy cows : implication of dietary cation- anion balance*. Pakistan Vet. J. 24 (4): 199 – 202.
- Baradero, M., M. W. Dayrit, Y. Siswadi. 2005. *Klien Gangguan Kardiovaskular: Seri Asuhan Keperawatan*. Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta.
- Cockcfort, P. 2015. *Bovine Medicine*. 3rd Ed. Wiley Blackwell, Toronto.
- Constable, P. D., K. W. Hinchcliff, S. H. Done, dan W. Grunberg. 2017. *Veterinary Medicine: A Textbook of the Disease of Cattle, Horses, Sheep, Pigs, and Goats*. 11th Ed. Elsevier, Missouri.
- Divers, T. J. dan S. F. Peek. 2008. *Rebhun's Diseases of Dairy Cattle*. 2nd Ed. Saunders.
- Erdman, R. A., R. L. Botts, R. W. Hemken, and L. S. Bull. 1980. *Effect of dietary sodium bicarbonate and magnesium oxide on production and physiology in early lactation*. J. Dairy Sci. 63: 923 - 930.
- Flanders, F. dan J. Gillespie. 2015. *Modern Livestock and Poultry Production*. 9th Ed. Cengage Learning, Sao Paulo.
- Gavan, C., C. Retea, dan V. Motorga. 2010. *Changes in the hematological profile of Holstein primiparous in periparturient*

- period and in early to mid lactation*. Sci. Papers: Anim. Sci. and Biotech. 43 (2): 244 - 246.
- Guntoro, S. 2012. *Petunjuk Praktis Meramu Pakan Ternak dari Limbah Perkebunan*. AgroMedia, Jakarta.
- Joaquim, B., T. Josep, dan M. Bruno. 2014. *Effect of Supplementation with sodium bicarbonate on Lactating Dairy Cows During Summer*. Solvay News and Publication.
- Kusumawati, D. dan I. K. W. Sardjana. 2006. *Perbandingan Pemberian Cat Food dan Pindang terhadap pH Urin, Albuminuria dan Bilirubinuria Kucing*. Media Kedokteran Hewan 22 (2): 131 – 135.
- Meyer, D. J. dan J. W. Harvey. 2004. *Veterinary Laboratory Medicine: Interpretation and Diagnosis*. W. B Saunders Company, Philadelphia.
- Nugroho, F., E. Kusumanti, dan Widiyanto. 2013. *Pengaruh penambahan suplemen temulawak dan Zn-proteinat terhadap kadar hemoglobin, hematokrit dan aktivitas enzim fosfatase alkalis pada sapi perah penderita mastitis subklinis*. Anim. Agri. J. 2 (1): 410 – 417.
- Parrah, J. D., B. A. Moulvi, Mohsin. A. Gazi, D. M. Makhdoomi, H. Athar, Mehraj. U. Din, Shahid Dar and A.Q. Mir. 2013. *Importance of urinalysis in veterinary practice – A review*. Vet. World 6 (11): 640 – 646.
- Praja, D. I. 2015. *Zat Aditif Makanan: Manfaat dan Bahayanya*. Penerbit Garudhawaca, Yogyakarta.
- Razzaghi, A., H. Aliarabi, M. M. Tabatabaei, A. A. Saki, R. Valizadeh, dan P. Zamani. 2012. *Effect of dietary cation-anion difference during prepartum and postpartum periods on performance, blood and urine minerals status of holstein dairy cow*. Asian-Australian J. of Anim. Sci. 25 (4): 486 - 495.
- Reece, W. O. 2009. *Functional Anatomy and Physiology of Domestic Animals*. 4th Ed. Wiley-Blackwell, Hoboken.
- Ruminal Acidosis in Feedlot: *From Aetiology to Prevention*. *The Scientific World Journal* 2014 (2014): 1 – 8.
- Sarwar, M., M. A. Shahzad, dan Mahrun-Nisa. 2007. *Influence of varying level of sodium bicarbonate on milk yield and its composition in early lactating Nili ravi buffaloes*. Asian-Australian J. Anim. Sci. 20 (12) : 1858 – 1864.
- Susilorini, T. E., M. E. Sawitri, dan Muharlieni. *Budi Daya 22 Ternak Potensial*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Wester, L. E. 2002. *Offering Sodium Bentonite and Sodium bicarbonate Free-Choice to Lactating Dairy Cattle*. Department of Animal and Poultry Sciences Virginia Polytechnic Institute and State University, Virginia. (Disertasi).
- Wittayakun, S., S. Innaree, W. Innaree, dan W. Chainetr. 2015. *Supplement of sodium bicarbonate, calcium carbonate, and rice straw in lactating dairy cows fed pineapple peel as main roughage*. Slovak J. Anim. Sci. 48 (2): 71 – 78.