

Suplementasi Heit-Chrose pada Pakan Sapi Perah *Pre-Partum* Ditinjau dari Profil Darah dan Recovery Bobot Tubuh *Post-Partum*

(Pre-partum supplementation of heit-chrose on post-partum blood profile and recovery of body weight of dairy cows)

Caribu Hadi Prayitno¹, Restuti Fitria¹ dan Muhamad Samsi¹

¹Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedirman

ABSTRACT This study aimed to determine the profile of blood, metabolic enzymes and recovery of body weight in dairy cows fed diet supplemented with Heit-CHrose (Feed supplement containing saponins, allicin, organic mineral: Se, Cr, and Zn). The experiments were conducted with 4 treatments, R0 : control diet (CP 13,79% and TDN 67,2%), R1 : R0 supplemented with organic minerals (Cr 1,5 ppm; Se 0,3 ppm; Zn-Lyzinat 40 ppm), R2 : Ro supplemented with Heit-CHrose are given in the component feeding, and R3 : Ro supplemented with Heit-CHrose are given in total mixed ration (TMR). Data were tested using

analysis of variance with a completely randomized design using four replications, and HSD test. The results showed that the supplementation of Heit-CHrose to the diet of dairy cows gave significant effect ($P < 0.01$) on blood glucose and recovery of body weight, but had no effect ($P > 0.05$) on hemoglobin, blood urea nitrogen (BUN), total protein and blood cholesterol and metabolic enzyme (alkali phosphatase). Supplementation of Heit Chrose in dairy cows diet with component feeding and TMR increases blood glucose and recovery of body weight.

Key words : Dairy cow, heit-chrose, profile of blood, metabolic enzyme, body weight recovery

2014 Agripet : Vol (14) No. 2 : 89-95

PENDAHULUAN

Secara alami proses fermentasi di dalam rumen, sangat tergantung dari mikroba rumen. Oleh karenanya peranan mikroba sangat penting dan dapat dimanipulasi sesuai tujuan pemeliharaan ternak. Produk akhir dari fermentasi karbohidrat struktural di dalam rumen adalah VFA, CO₂ dan CH₄. Produksi VFA dan CH₄ sangat tergantung dari jenis pakan dan sistem pemberian. Umumnya pakan berserat akan menghasilkan asam asetat dan CH₄ (methan) lebih tinggi dibandingkan pakan asal biji-bijian. Heit Chrose adalah pakan suplemen yang mengandung saponin, allisin dan mineral organik (Se, Cr dan Zn). Pengaruh suplementasi Heit-CHrose terhadap pola fermentasi rumen adalah dengan adanya pengalihan penggunaan H₂ untuk pembentukan gas methan ke pembentukan propionat (Prayitno *et al.*, 2013a). Pembentukan gas methan yang utama dalam rumen adalah

melalui reduksi CO₂ oleh H₂ yang dikatalisis oleh enzim yang dihasilkan oleh bakteri *Archeae* (methanogen) (Miller, 1995). Berkurangnya populasi bakteri *Archeae* (pembentu methan) sebagai akibat adanya allisin menyebabkan pengalihan penggunaan H₂ untuk pembentukan propionat sehingga terjadi peningkatan efisiensi energi.

Perubahan pola fermentasi di dalam rumen berdampak pada metabolisme nutrisi di dalam hati. Asam propionat sangat penting untuk memelihara kadar glukosa darah. Lebih dari 30% asam propionat yang dihasilkan dalam rumen digunakan untuk sintesis glukosa (Riis, 1983). Prayitno *et al.* (2013a) menyatakan bahwa suplementasi saponin dari *Sapindus rarak* dan allicin dari bawang putih meningkatkan propionat. Diketahui bahwa mineral organik yang terkandung dalam Heit-CHrose seperti Cr mampu meningkatkan aktivitas insulin dan juga konsentrasi *Insulin-like Growth Factor* (IGF) sehingga mampu mempertahankan konsentrasi glukosa dalam darah (Yang *et al.*, 1996; Smith *et al.*, 2008).

Corresponding author : caribu_prayitno@yahoo.co.id

Se, Cr dan Zn yang terdapat dalam Heit-CHrose merupakan trace mineral yang berfungsi dalam meningkatkan metabolisme karbohidrat, protein dan lemak (Prayitno dan Widiyastuti, 2010a).

Proses metabolisme nutrien untuk menghasilkan energi erat kaitannya dengan enzim alkali phosphatase yang berperan penting dalam proses fosforilasi. Dalam hal ini ATP bertindak sebagai substrat enzim dalam proses fosforilasi membentuk ADP (Messer *et al.*, 1975). Penurunan aktivitas alkali phosphatase dalam darah dapat mengakibatkan gangguan metabolisme energi. Pada akhir periode kebuntingan (prepartum) kecernderungan terjadinya negatif energy balance. Oleh karenanya perhatian pada periode ini berdampak pada membaiknya post partum recovery. Hal tersebut menjelaskan bahwa suplementasi Heit-CHrose dapat mempengaruhi fisiologi darah dan recovery bobot tubuh post partum.

MATERI DAN METODE

Materi penelitian yang digunakan adalah 16 ekor sapi perah FH masa bunting kering (*close up*, dengan *expected calving* ± 30 hari) dengan rata-rata bobot badan 638 ± 72 kg masa laktasi ketiga (sapi milik BBPTU Sapi Perah, Baturraden), pakan perlakuan sapi perah dengan kandungan PK 13,79% dan TDN 67,02%, pakan suplemen Heit Chrose. Pakan yang diberikan memiliki rasio hijauan (rumput gajah sebesar 57% dan *gliricidae* sebesar 3%): konsentrat yaitu sebesar 60:40. Adapun susunan pakan yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Penelitian ini dilaksanakan secara eksperimental. Empat tahapan penelitian dilakukan untuk mendapatkan data sesuai tujuan. Adapun tahapan yang dimaksud meliputi :

Tabel 1. Susunan pakan yang digunakan dalam penelitian

Komposisi	R0	R1	R2	R3
Hijauan (60%)				
<i>Pennisetum purpureum</i>	95,00	95,00	95,00	95,00
<i>Gliricidae</i>	5,00	5,00	5,00	5,00
Konsentrat (40%) (Concentrate)				
Dedak padi	19,00	19,00	19,00	19,00
Tepung jagung	5,00	5,00	5,00	5,00
Bungkil kelapa	29,00	29,00	29,00	29,00
Bungkil kedele	7,00	7,00	7,00	7,00
Pollard	20,00	20,00	20,00	20,00
Onggok	17,00	17,00	17,00	17,00
Mineral	2,00	2,00	2,00	2,00
Garam	1,00	1,00	1,00	1,00
Cr Organik *	-	1,50	-	-
Se Organik *	-	0,30	-	-
Zn-Lyzinat *	-	40,00	-	-
Heit Chrose (ppm)	-	-	40	40
Nutrien	 %			
Protein Kasar (PK)	13,79	13,82	13,60	13,60
Serat Kasar (SK)	21,27	21,23	21,17	21,17
Lemak Kasar (LK)	4,15	4,12	4,02	4,02
Abu	12,08	11,99	12,06	12,06
BETN	48,71	48,84	49,14	49,14
TDN ***	67,02	67,04	66,96	66,96

Keterangan : (* : ppm), (** : %/Kg DM), (***) : dihitung dengan rumus %TDN = $0,60 + 0,259 \text{ PK} + 1,01 \text{ LK} - 0,76 \text{ SK} + 0,0991 \text{ BETN}$, (Sutardi, 2001)

Tahap Adaptasi

Tahap adaptasi dilakukan terhadap ternak percobaan meliputi adaptasi pakan percobaan dan kandang individu. Tahap tersebut berakhir setelah ternak mampu mengkonsumsi pakan percobaan 2,5-2,7% kebutuhan bahan kering berdasarkan bobot badan. Tahap ini dimulai 1 bulan menjelang partus (pre partum).

Uji pendahuluan

Ransum ternak yang sudah disiapkan diberikan sesuai dengan perlakuan selama 14 hari. Tujuan tahap ini adalah untuk membiasakan ternak dengan pakan perlakuan sehingga hasil percobaan merupakan akibat dari pengaruh perlakuan yang diberikan.

Uji pakan

Ternak yang sudah beradaptasi dengan pakan diberikan pakan sesuai perlakuan selama 42 hari. Dimulai setelah sapi melahirkan.

Pengumpulan data

Pengambilan data dilakukan dengan mengambil sampel darah pada hari terakhir uji pakan (hari ke-42) 4 jam setelah pemberian pakan. Sampel darah langsung dibawa ke laboratorium Bina Husada, Purwokerto pada

hari yang sama untuk dianalisis. Koleksi sampel susu dilakukan setiap hari (pagi dan sore) sebanyak 10%. Analisis laktosa susu mengikuti prosedur Hadiwiyoto (1994).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh perlakuan terhadap profil darah

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa perlakuan berpengaruh tidak nyata ($P>0,05$) terhadap hemoglobin, kolesterol darah, total protein dan *blood urea nitrogen* (BUN) dan berpengaruh nyata ($P < 0,01$) terhadap glukosa darah. Adapun hasil analisis disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh suplementasi Heit-CHrose terhadap glukosa darah, hemoglobin, BUN, total protein plasma dan kolesterol darah. R0 (Kontrol), R1 (R0+Cr Organik 1,5 ppm; Se Organik 0,3 ppm; Zn Lyzinat 40 ppm), R2 (Heit-CHrose dengan sistem pemberian *component feeding*), R3 (Heit-CHrose dengan sistem pemberian *Total Mixed Ration*).

Parameter	Perlakuan			
	R ₀	R ₁	R ₂	R ₃
Glukosa darah (g/dl)	34,75±3,30 ^a	45,50±4,36 ^b	59,25±5,90 ^c	55,50±3,00 ^c
Hemoglobin (g/dl)	8,90±1,05	9,13±0,89	7,87±0,27	9,8±1,66
BUN (mg/dl)	30,55±14,03	35,25±8,22	41,87±15,30	39,60±7,68
TPP (g/dl)	6,93±1,44	7,78±0,73	7,39±0,71	7,99±1,16
Kolesterol darah (mg/dl)	92,50±35,25	68,50±19,43	109,5±45,05	129±41,64

Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P<0,01$)

Glukosa darah

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan Heit-CHrose mampu mempengaruhi kadar glukosa dalam darah sapi perah ($P < 0,01$). Kadar glukosa paling tinggi terjadi pada sapi perah yang mendapat perlakuan R₂ (suplementasi Heit-CHrose, diberikan secara *component feeding*) sebesar 59,25 g/dl, diikuti R₃ sebesar 55,50 g/dl, R₁ sebesar 45,5 g/dl dan paling rendah pada perlakuan R₀ sebesar 34,75 g/dl.

Hal tersebut dapat terjadi karena suplai glukosa ke dalam darah dipengaruhi oleh pemberian Heit-CHrose. Saponin dan allicin yang terkandung dalam Heit-CHrose mampu menurunkan produksi gas metan dan meningkatkan produksi propionat yang merupakan hasil fermentasi karbohidrat. Produksi propionat yang merupakan hasil pencernaan karbohidrat dalam rumen kemudian

akan diserap melalui fili-fili rumen dan diedarkan melalui peredaran darah. Sebagian asam propionat akan diubah menjadi glukosa di dalam hati dan diedarkan kembali ke seluruh jaringan melalui peredaran darah untuk digunakan sebagai sumber energi. Sehingga peningkatan propionat di dalam rumen akan berdampak pada peningkatan kadar glukosa dalam darah.

Kadar glukosa lebih tinggi pada perlakuan R₂ dibanding R₃ menunjukkan bahwa sistem pemberian pakan yang disuplementasi Heit-CHrose juga mempengaruhi kadar glukosa. Sistem pemberian pakan secara *component feeding* lebih mampu meningkatkan kadar glukosa dalam darah dibanding sistem pemberian secara TMR. Hal ini dapat terjadi karena pada saat pemberian pakan secara *component feeding* (pemberian konsentrat terlebih dahulu) terdapat jeda waktu yang cukup bagi bakteri rumen untuk mencerna lebih optimal karbohidrat *fermentable* yang terkandung dalam konsentrat. Karbohidrat *fermentable* yang mampu dicerna lebih optimal oleh mikroba rumen tentunya akan menyediakan energi yang lebih optimal pula untuk pertumbuhan dan perkembangan mikroba rumen. Mikroba rumen yang tumbuh dan berkembang lebih optimal ini menyebabkan semakin tingginya populasi mikroba pencerna karbohidrat sehingga proses fermentasi karbohidrat di dalam rumen dapat berjalan lebih baik.

Suplementasi Cr, Se, dan Zn yang terkandung dalam Heit-CHrose juga merupakan faktor utama yang mampu meningkatkan kadar glukosa dalam darah. Chromium merupakan bagian dari suatu substansi yang mampu meningkatkan pengambilan glukosa dan memperbaiki efisiensi penggunaan insulin dimana substansi ini diketahui sebagai GTF (*Glucose tolerance factor*). GTF meningkatkan kesanggupan suatu jaringan yang sensitif terhadap insulin. Semakin cepat transport glukosa ke dalam sel maka semakin cepat pemenuhan kebutuhan energi sel oleh glukosa dan dengan cara demikian semakin banyak glukosa yang digunakan sebagai sumber energi. Prayitno dan

Widiyastuti (2010b) melaporkan bahwa suplementasi Cr, Se, dan Zn proteinat berturut-turut sebesar 1,5; 0,3; dan 40 ppm mampu memperbaiki efisiensi pakan. Smith *et al* (2008) juga melaporkan bahwa terdapat peningkatan kontribusi perubahan propionat menjadi glukosa pada pakan yang disuplementasi Cr.

Suplementasi Cr mampu meningkatkan aktivitas insulin dan juga konsentrasi *Insuline-like Growth Factor* (IGF) yang homolog dengan reseptor insulin (Hayirli *et al.*, 2001). Hasil penelitian Hayirli *et al.* (2001) menunjukkan bahwa kadar glukosa darah paling tinggi pada sapi *postpartum* adalah sapi yang pakannya disuplementasi Cr paling besar yaitu sebesar 0,12 mg dengan kadar glukosa darah sebesar 53,2 mg/dl. Peningkatan aktivitas insulin dan konsentrasi IGF mampu mempertahankan konsentrasi glukosa dalam serum dengan jalan memperlambat *turn over* dari glukosa dan mampu meningkatkan suplai glukosa untuk sintesis susu (Besong *et al.*, 2001). Oleh karena itu, kadar glukosa pada perlakuan R₂ paling tinggi ($P < 0,01$) dibanding perlakuan lainnya dan kadar glukosa pada perlakuan R₁ lebih tinggi ($P < 0,05$) dibanding perlakuan R₀ yang tidak mendapatkan suplementasi Heit-CHrose.

Nocek *et al.* (2004) menyatakan bahwa penambahan Cr mampu meningkatkan penggunaan glukosa dalam tubuh, sedangkan Se yang diberikan dalam pakan akan mampu meningkatkan produksi susu dan Zn-lysinat akan meningkatkan produksi susu pada laktasi pertama dan kedua. Glukosa merupakan satu-satunya prekursor pembentuk laktosa dimana sintesis laktosa berkorelasi positif dengan peningkatan glukosa di *mammary gland* dan produksi susu. Laktosa berperan sebagai osmolaritas susu sehingga laktosa berpengaruh besar terhadap volume susu yang dihasilkan (Aghsaghali dan Fathi, 2012). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Prayitno *et al* (2013b) yang sebelumnya dengan variabel produksi dan kualitas susu. Produksi susu paling tinggi pada sapi perah yang mendapat perlakuan suplementasi Heit-CHrose baik dengan sistem pemberian pakan secara *component feeding* maupun TMR yakni berturut-turut sebesar

21,01 dan 20,27 kg 4% FCM. Prayitno *et al* (2013a) melaporkan bahwa produksi laktosa susu paling tinggi terjadi pada sapi yang pakannya disuplementasi Heit-CHrose dengan sistem pemberian pakan secara *component feeding* yakni sebesar 883,72 gram/hari.

Hasil analisis regresi antara glukosa darah dengan laktosa susu mengikuti regresi $Y = 14,23 X + 25,77$, yang berarti peningkatan 1 g/dl glukosa darah akan meningkatkan produksi laktosa sebesar 14,23 g/hari. Hasil penelitian Prayitno *et al* (2013b) menunjukkan bahwa penambahan Heit-CHrose dengan sistem pemberian pakan secara TMR (R₂) menghasilkan rata-rata produksi laktosa paling tinggi (883,72 g/hari) dibanding R₀, R₁, dan R₃ (523,2; 627,71; dan 843,5 g/hari). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kadar glukosa darah pada sapi yang mendapat perlakuan R₂ paling tinggi dibanding R₀, R₁, dan R₃ (Tabel 2.). Rigout *et al.* (2002) melaporkan bahwa pada sapi yang diinfus glukosa melalui duodenum sebanyak 5,1 % dari konsumsi bahan kering mampu menghasilkan laktosa paling tinggi (1371 g/hari) dibanding sapi kontrol (1229 g/hari). Hal tersebut menunjukkan bahwa suplai glukosa dalam darah mempengaruhi kadar laktosa susu.

Total protein plasma

Hasil penelitian menunjukkan bahwa suplementasi Heit-CHrose berpengaruh tidak nyata terhadap total protein plasma ($P > 0,05$). Rata-rata total protein plasma sapi pada setiap perlakuan masih berada pada kisaran normal total protein plasma yakni 6,3-8,9 g/dl (*Research Animal Resources*, 2013). Protein dalam darah terdiri dari fraksi albumin, globulin dan fibrinogen. Protein darah berperan sebagai sumber nutrient bagi jaringan, menjaga tekanan dan pH darah (Frandsen, 1992). Hampir sebagian protein dalam plasma adalah albumin, walaupun kadar ini bergantung pada kondisi individu. Albumin berfungsi sebagai sumber asam amino, pentranspor asam, dan menjaga tekanan osmotik darah.

Tidak adanya pengaruh perlakuan terhadap total protein plasma menunjukkan bahwa baik kadar protein pakan yang

disuplementasi tersebut maupun pencernaan protein pakan baik di dalam rumen maupun abomasum tidak dipengaruhi oleh perlakuan. Akibatnya pasokan protein di dalam darah pun juga tidak ikut dipengaruhi oleh suplementasi Heit-CHrose tersebut. Namun, hasil penelitian menunjukkan adanya *trend* peningkatan TPP pada perlakuan yang mendapat suplementasi Heit-CHrose. Hal ini menunjukkan, walaupun perlakuan tidak mempengaruhi pencernaan protein tetapi mampu meningkatkan suplai serta pengambilan asam amino oleh adanya efektivitas kerja insulin akibat suplementasi chromium yang terkandung dalam Heit-CHrose.

Pengaruh perlakuan terhadap enzim Alkali phosphatase (Alp)

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa enzim Alkali Phosphatase (ALP) tidak dipengaruhi oleh perlakuan ($P > 0,05$). Adapun hasil analisis Alp pada perlakuan R_0 (kontrol), R_1 , R_2 , dan R_3 berturut-turut sebesar $84,75 \pm 60,16$; $52,5 \pm 13,53$; $41,25 \pm 8,73$; dan $61 \pm 16,18$ U/l. Rata-rata enzim alkali phosphatase sapi pada setiap perlakuan berada pada kisaran normal yaitu 10-77 U/l (*Research Animal Resources*, 2013). Tidak adanya pengaruh perlakuan menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan tidak mengganggu proses metabolisme.

Aktivitas enzim alkali phosphatase sangat dipengaruhi oleh status seng, sehingga aktivitas alkali phosphatase dapat menjadi indikator apakah ternak mengalami defisiensi seng atau tidak (Setiyatwan *et al.*, 2007). Tidak adanya perbedaan enzim alkali phosphatase sapi pada setiap perlakuan juga menunjukkan bahwa ternak tidak kekurangan sumber Zn dalam pakannya.

Pengaruh perlakuan terhadap recovery bobot tubuh

Suplementasi Heit-CHrose mampu mempengaruhi rata-rata recovery bobot tubuh sapi perah *post-partum* (Tabel 3.).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa recovery bobot tubuh sapi pasca *post-partum* yang mendapatkan suplementasi Heit-CHrose baik pada perlakuan R_1 , R_2 dan R_3

lebih baik ($P < 0,05$) dibanding sapi pada perlakuan R_0 . Recovery bobot tubuh yang lebih baik tersebut diduga terjadi peningkatan sintesis protein dan lemak pada jaringan perifer akibat meningkatnya pengambilan asam amino dan glukosa oleh efektivitas kerja insulin akibat suplementasi Heit Chrose. Pernyataan ini didukung oleh hasil penelitian Prayitno *et al.* (2013b) dimana produksi protein susu paling tinggi terdapat pada perlakuan suplementasi mikromineral organik dan ekstrak herbal yakni sebesar 763,85 gram/hari.

Tabel 3. Rata-rata bobot awal, bobot pedet, bobot akhir, dan recovery bobot tubuh sapi *post-partum* selama penelitian. R_0 (Kontrol), R_1 (R_0 +Cr Organik 1,5 ppm; Se Organik 0,3 ppm; Zn Lizinat 40 ppm), R_2 (Heit-CHrose dengan sistem pemberian *component feeding*), R_3 (Heit-CHrose dengan sistem pemberian *Total Mixed Ration*).

Parameter	Perlakuan			
	R_0	R_1	R_2	R_3
Bobot awal (kg)(p)*	649	648,6	652,75	600,9
Bobot pedet (kg)(q)*	41	39,5	45,25	40,18
Bobot akhir (kg)(r)*	638,63	649,3	650,5	599,13
$a = p - q$ (kg)	608	609,1	607,5	560,7
Recovery bobot tubuh <i>post-partum</i> = $r - a$ (kg/42 hari)	30,6 $\pm$ 5,29 ^a	40,1 $\pm$ 4,19 ^b	43,0 $\pm$ 4,70 ^b	38,4 $\pm$ 3,11 ^{ab}

(* : tidak diuji statistik). Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,01$)

Ketersediaan glukosa darah yang lebih tinggi pada perlakuan R_2 dan R_3 dibandingkan perlakuan kontrol *post partum* diduga menjadi kunci peningkatan recovery bobot tubuh *post partum*. Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa pada konsentrasi total protein dan hemoglobin dalam kisaran normal (proses fisiologis berjalan normal), kadar glukosa darah menjadi faktor penentu. Hal ini terjadi karena pada akhir periode kebuntingan terjadi pengurasan energi yang sangat besar untuk menjamin fetus tidak kekurangan energi.

KESIMPULAN

Pakan sapi perah yang disuplementasi Heit-CHrose dengan sistem pemberian pakan secara *component feeding* maupun TMR mampu meningkatkan kadar glukosa darah dan menghasilkan recovery bobot badan *post-partum* yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Aghsaghali, A.M., Fathi, H., 2012. Lactose in ruminants feeding: A review. *Annals of Biological Research*. 3(1):645-650.
- Besong, S., Jackson, J.A., Trammell, D.S., Akay, V., 2001. Influence of Supplemental Chromium on Concentrations of Liver Triglyceride, Blood Metabolites and Rumen VFA Profile in Steers Fed a Moderately High Fat Diet. *J.Dairy Sci*. 84:1679-1685.
- Frandsen, R.D., 1992. *Anatomy and Physiology of Farm Animals*. Lippincott Williams and Wilkins. A Wolters Kluwer Company. Philadelphia. Page 539-541.
- Hadiwiyoto, S., 1994. *Teori dan Prosedur Pengujian Mutu Susu dan Hasil Olahannya*. Liberty. Yogyakarta.
- Hayirli, A., Bremmer, D.R., Bertics, S.J., Socha, M.T., Grummer, R.R., 2001. Effect of chromium supplementation on production and metabolic parameters in periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci*. 84:1218-1230.
- Messer, H.H., Shami, Y., Copp, D.H., 1975. Stimulation ATP of alkaline phosphatase in placental plasma membranes. *Biochim. Biophys. Acta*, 391:61-66.
- Miller, W.J., Powel, G.W., Hiers, J.M., 1995. Influence of zinc deficiency on dry matter digestibility in ruminants. *J. Dairy Sci*. 49: 1012-1013.
- Newbold, C.J., Lassalas, B., Jouany, J.P., 1995. The importance of methanogens associated with ciliate protozoa in ruminal methane production in vitro. *Letters in Applied Microbiology*. 4:230-234.
- Nocek, J. E., Socha, M.T., Tomlinson, D.J., 2004. The effect of trace mineral fortification level and source on performance of dairy cattle. *J. Dairy Sci*. 89:2679-2693.
- Prayitno, C.H., dan Widiyastuti, T., 2010a. Kecernaan pakan sapi perah pada kondisi kecukupan selenium, chromium dan seng organik. *Prosiding : Seminar Nasional Peternakan Berkelanjutan*. Fakultas Peternakan, Universitas Padjajaran. Bandung.
- Prayitno, C.H., dan Widiyastuti, T., 2010b. Kajian selenomethionin, chromium yeast dan seng proteinat pada pakan sapi perah (tinjauan secara in vitro). *Prosiding : Seminar Nasional, Perspektif Pengembangan Agribisnis Peternakan*. Fakultas Peternakan. Unsoed. Purwokerto.
- Prayitno, C.H., Subagyo, Y., Suwarno, 2013a. Supplementation of *Sapindus rarak* and Garlic Extract in Feed Containing Adequate Cr, Se, and Zn on Rumen Fermentation. *Media Peternakan*. 52-57.
- Prayitno, C.H., Subagyo, Y., Suwarno, 2013b. Inhibisi methanogenesis pada sapi perah melalui suplementasi ekstrak herbal dan mineral organik. *Laporan Penelitian, LPPM UNSOED*, Purwokerto.
- Research Animal Resources. 2013. University of Minnesota. Reference Values for laboratory Animals. <http://www.ahc.umn.edu/rar/refvalues.html>
- Rigout, S., Lemosquet, S., van Eys, J.E., Blum, J.W., H. Rulquin, H., 2002. Duodenal Glucose Increases Glucose Fluxes and Lactose Synthesis in Grass Silage-Fed dairy Cows. *J.Dairy Sci*. 85: 595-606.
- Riis, P.M., 1983. *Dynamic Biochemistry, of Animal Production*. Department of Animal Physiology, The Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen, Denmark. Page 185-186.

- Setiyatwan, H., Pilliang, W.G., Sihombing, D.T.H., Wanalu, W., Anang A., 2007. Suplementasi fitase, seng dan tembaga dalam ransum sebagai stimulant pertumbuhan ayam Broiler. Media Peternakan 30:122-128.
- Smith, K.L., Waldron, M.R., Ruzzi, L.C., Drackley, J.K., Socha, M.T., Overton, T.R., 2008. Metabolisme of dairy cows as affected by prepartum dietary carbohydrate source and supplementation with chromium throughout the periparturient period. J. Dairy Sci. 91:2011-2020.
- Yang, W.Z., Mowat D.N., Subiyatno A., Liptrap, R., 1996. Effect of Chromium supplementation on early lactation performance of Holstain Cows. J. Anim Sci. 76: 221.