

Efek Penambahan Mineral Zn Terhadap Gambaran Hematologi pada Anak Sapi *Frisian Holstein*

(Effects of Zn Mineral Supplementation on Hematologi Profiles in Calves)

Sus Derthi Widhyari*, Anita Esfandiari, Agus Wijaya,
Retno Wulansari, Setyo Widodo, Leni Maylina

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengamati efek penambahan mineral Zn terhadap gambaran hematologi pada anak sapi masa pertumbuhan. Penelitian ini menggunakan 9 ekor anak sapi *Frisian Holstein* (FH) umur berkisar antara 6–10 bulan. Hewan dibagi menjadi 3 kelompok, yaitu kelompok tanpa suplementasi, kelompok yang diberi suplementasi Zn sebesar 60 ppm, dan kelompok yang diberi suplementasi Zn sebesar 120 ppm. Pemberian Zn diberikan setiap hari selama tiga bulan. Pengambilan sampel darah dilakukan melalui vena jugularis sebelum dan setelah pemberian Zn setiap bulan sekali. Darah dimasukkan kedalam tabung yang telah berisi antikoagulan EDTA untuk memperoleh *whole blood*. *Whole blood* dianalisis terhadap parameter jumlah eritrosit, kadar hemoglobin, nilai hematokrit, jumlah leukosit total, hitung jenis sel leukosit. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa jumlah eritrosit, kadar hemoglobin, dan nilai hematokrit masih berada pada nilai kisaran normal dan tidak berbeda secara signifikan antar kelompok perlakuan. Hal ini mengindikasikan bahwa penambahan mineral Zn sebesar 60 maupun 120 ppm dalam pakan relatif aman bagi kesehatan.

Kata kunci: anak sapi FH, eritrosit, leukosit, mineral Zn

ABSTRACT

The objective of this experiment was to determine the effects of zinc supplementation on health status in dairy calves. Nine *Frisian Holstein* (FH) at 6–10 months of age were used in this experiment and divided into three groups. First group (no added Zn) for control, the second group was added 60 ppm Zn, and the third group was added 120 ppm Zn. Zn was administered daily for three months. Blood samples were collected from the jugular vein and anticoagulated with EDTA. Whole blood were used for measuring erythrocytes, hemoglobin concentration, hematocrit value, total leukocyte count, and leukocyte cell types. The results showed that no difference among groups for hematological parameters and the value of hematology were in the range values references. In conclusion, 60 and 120 ppm Zn supplementation in the feed is relatively safe for health.

Keywords: dairy calves, erythrocyte, leukocyte, Zn mineral

PENDAHULUAN

Pemeliharaan pedet atau anak sapi baik jantan maupun betina pada masa pertumbuhan sangat dipengaruhi oleh faktor nutrisi, genetik, dan lingkungan. Pedet betina pada umumnya ditujukan untuk penggantian induk (replacement stock), sedangkan pedet jantan digunakan sebagai pemacek atau bakalan ternak potong. Oleh karena itu, kesehatan selama masa pertumbuhan akan turut menentukan tingkat produktivitas ternak berikutnya.

Pembangunan peternakan diarahkan agar produk ternak dalam negeri mampu bersaing dengan ternak impor dalam rangka memantapkan ketahanan pangan nasional. Salah satu sumber protein hewani selain ternak potong adalah memanfaatkan sapi jantan dari sapi perah. Mineral Zn dilaporkan mampu meningkatkan skor marbling sehingga kualitas daging lebih baik (Tanaka *et al.* 2001; Kawachi 2006). Oleh karena itu,

perlu meningkatkan kualitas daging lokal agar mampu mengimbangi kualitas daging impor. Peningkatan produktivitas ternak sapi perah melalui peningkatan produksi susu maupun daging, sangat tergantung pada manajemen penyediaan bibit pada masa pertumbuhan. Perbaikan manajemen nutrisi pada periode pertumbuhan perlu mendapat perhatian. Berkaitan dengan masalah tersebut perbaikan nutrisi melalui suplementasi mineral Zn diharapkan mampu meningkatkan bobot badan, kualitas daging, dan peningkatan kesehatan ternak.

Mineral *Zinc* (Zn) merupakan salah satu mikro mineral yang memiliki peran cukup penting. Pada ternak ruminansia, mineral digunakan untuk membantu metabolisme dan menyediakan kebutuhan mikrob rumen. Apabila terjadi defisiensi mineral Zn, maka aktivitas fermentasi mikrob rumen tidak berlangsung optimum, sehingga akan berdampak pada penurunan produktivitas. Mineral Zn merupakan unsur anorganik yang tidak dapat dikonversi dari zat gizi lain, oleh karena itu mineral ini mutlak harus ada dalam pakan, walaupun jumlah yang dibutuhkan relatif sedikit (Bender 1993). Defisiensi Zn dapat menyebabkan gangguan reproduksi, infertilitas, dan

Departemen Klinik, Reproduksi, dan Patologi, Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680.

* Penulis Korespondensi: E-mail: derthi64@gmail.com

kepekaan terhadap infeksi (Buckley 2000; Pinna *et al.* 2002). Sedangkan jika terjadi selama kebuntingan dapat berakibat pada pembentukan fetus yang abnormal, kematian fetus secara dini, dan menyebabkan abortus (King 2000; Salgueiro *et al.* 2000). Setiap sel membutuhkan mineral Zn agar tetap hidup sehat dan dapat berfungsi dengan baik. *Zinc* merupakan komponen penting pada struktur dan fungsi membran sel. Zn berfungsi sebagai antioksidan, dan melindungi tubuh dari serangan peroksidase lipid (Lieberman & Bruning 1990). Mineral ini mampu menghambat terjadinya apoptosis (Truong-Tran *et al.* 2000).

Kajian defisiensi mineral Zn dan dampaknya terhadap kesehatan sudah banyak dilaporkan, akan tetapi informasi tentang dampak suplementasi terhadap status kesehatan terutama gambaran hematologi pada anak sapi periode pertumbuhan belum banyak diungkap. Selain itu, perlu dikaji dampak suplementasi Zn yang berlebih atau jika diberikan dalam jangka waktu cukup lama. Kelebihan pemberian Zn dikhawatirkan dapat menekan produksi eritrosit dan dapat menyebabkan anemia. Kondisi ekstrim ini mungkin bisa terjadi pada daerah tertentu dimana kandungan Zn dalam tanah tinggi sehingga rumput sebagai sumber pakan memiliki kandungan Zn yang tinggi. Penelitian ini diharapkan dapat memberi informasi tentang efek penambahan Zn sebanyak 60 dan 120 ppm terhadap gambaran nilai hematologi pada anak sapi perah periode pertumbuhan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan sapi *Frisian Holstein* (FH) umur berkisar antara 6–10 bulan. Hewan penelitian dibagi ke dalam tiga kelompok masing-masing terdiri dari 3 ekor. Pengelompokan berdasarkan perbedaan kandungan mineral Zn di dalam pakannya, yaitu Kelompok I kontrol (tanpa penambahan Zn), Kelompok II penambahan Zn sebanyak 60 ppm, dan Kelompok III penambahan Zn sebanyak 120 ppm.

Pakan yang diberikan berupa rumput dan konsentrat yang disesuaikan dengan kebutuhan ternak. Air minum diberikan secara *ad libitum*. Komposisi kandungan pakan dalam penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Komposisi pakan selama penelitian

Komposisi konsentrat pakan	%
Pollard	18
CGF (corn gluten feed)	10
Onggok	30
Kulit kacang	5
Sawit	15
Dedak padi	15
Garam	1
Molases	5
Mineral	1

* Catatan: Analisis proksimat konsentrat kontrol adalah Zn 25 ppm dan GE 3558 kal/g

Mineral Zn yang digunakan adalah organik (*Zn-Biokomplek*) produksi Balai Penelitian Ternak Ciawi. Mineral *Zn-biokomplek* ini dibuat melalui proses fermentasi menggunakan kapang *Saccharomyces cerevisiae* sebagai inokulum dan media *corn gluten meal* dan larutan garam $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ (Supriyati & Haryanto 2007). Dari hasil analisis proksimat pakan kontrol sebelum disuplementasi mengandung 25 ppm, kemudian pakan tersebut diberi penambahan mineral Zn sebesar 60 ppm untuk kelompok II dan 120 ppm untuk kelompok III. Pakan tersebut diberikan setiap hari selama tiga bulan.

Pengambilan sampel darah dilakukan melalui vena jugularis menggunakan venojek yang berisi antikoagulan EDTA (*Ethylene Diamine Tetraacetic Acid*), sebanyak 3 ml, kemudian tabung dimasukkan kedalam *cooling box*. Sampel darah diambil sebelum diberi perlakuan dan setiap bulan setelah diberi perlakuan Zn selama tiga bulan. Darah dalam bentuk *whole blood* digunakan untuk analisis hematologi meliputi jumlah sel darah merah (eritrosit), hematokrit (PCV), hemoglobin (Hb), jumlah sel darah putih (leukosit), differensial leukosit. Pemeriksaan differensial leukosit dengan cara membuat preparat ulas darah yang diwarnai dengan Giemsa. Analisis darah dilakukan di Laboratorium Patologi Klinik, Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor. Analisis eritrosit dan leukosit menggunakan metode hemositometer. Pemeriksaan hemoglobin dengan metode Sahli dan hematokrit dengan mikroskop kapiler.

Pengolahan Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan Analisis Sidik Ragam (*Analysis of Variance/ANOVA*), dan jika terdapat perbedaan dilanjutkan dengan Uji Wilayah Berganda Duncan (*Duncan's Multiple Range Test*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Eritrosit, Hemoglobin, dan Hematokrit

Gambaran darah merupakan salah satu parameter dari status kesehatan hewan, karena darah memiliki fungsi penting dalam pengaturan fisiologis tubuh. Eritrosit dikenal juga sebagai *red blood cell* (RBC) atau sel darah merah. Jumlah eritrosit, hemoglobin, dan hematokrit menggambarkan kemampuan membawa oksigen ke jaringan dan ekskresikan karbon-dioksida (CO_2) dari tubuh. Ketiga parameter ini berjalan sejajar dan memiliki fungsi terkait satu sama lain (Meyer *et al.* 2004).

Eritrosit diproduksi di sumsum tulang setelah lahir dan terus meningkat seiring dengan pertambahan umur hingga mencapai nilai yang stabil. Mohri *et al.* (2007) mengatakan bahwa adanya kecenderungan peningkatan jumlah eritrosit seiring dengan pertambahan umur sapi. Menurut Jain (1993) dan Meyer *et al.* (2004) jumlah eritrosit pada sapi perah dewasa berkisar antara 5,0–8,0 juta/ μL , hemoglobin 8,0–14 g/dL, dan PCV 26–42%. Jumlah eritrosit dipengaruhi

oleh beberapa faktor seperti umur, jenis kelamin, gizi, laktasi, kebuntingan, epinefrin, volumen darah, dan lain sebagainya. Jumlah eritrosit (RBC), hemoglobin, hematokrit, dan jumlah leukosit hasil penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2. Pada awal penelitian terlihat bahwa beberapa parameter seperti eritrosit dan hematokrit sedikit lebih rendah dari literatur. Rendahnya jumlah eritrosit dan hematokrit pada awal pengamatan diduga akibat umur hewan yang masih muda, sehingga penyerapan nutrisi oleh usus belum optimal. Selain itu, belum adanya data atau belum ditemukan referensi normal gambaran hematologi pada anak sapi FH umur kurang dari satu tahun. Secara umum setelah diberi suplementasi Zn memperlihatkan jumlah eritrosit, hemoglobin, dan hematokrit mengalami peningkatan dan cenderung berfluktuasi tetapi masih pada kisaran normal menurut literatur.

Setiap sel membutuhkan mineral Zn agar tetap hidup sehat dan dapat berfungsi dengan baik. Pada ternak dewasa, kandungan total Zn dalam komponen darah terdistribusi seperti berikut pada eritrosit 75%, plasma 22%, dan leukosit 3%. Zn dalam eritrosit, hampir semuanya secara eksklusif sebagai komponen enzim *karbonik anhidrase* (Underwood & Suttle 2001). Zn dijumpai dalam pembuluh darah terutama pada eritrosit, mengandung 1 mg Zn/ 10 juta sel, lebih dari 85% sebagai karbonik anhidrase dan kira-kira 5% sebagai *cuper zinc superoksida dismutase* (CuZnSOD). Selain itu, Zn juga diperlukan untuk menstabilkan membran sel. Mineral Zn menstabilkan membran sel melalui penghambatan peroksidasi lemak atau oksidasi thiol. Zn berikatan pada permukaan membran sel, merangsang berbagai enzim pada membran seperti ATP ase, dan juga memodulasi fungsi berbagai reseptor pada membran (D'Mello 2000).

Peningkatan jumlah eritrosit nyata terlihat setelah satu bulan pemberian Zn. Penyerapan Zn dipengaruhi oleh umur, sumber Zn yang digunakan, kandungan ratio, dan kecukupan Zn di dalam pakan (Azizzadeh *et al.* 2005). Penelitian terhadap sel darah merah tikus

yang mengalami defisiensi Zn ditemukan lebih fragil dibanding kontrol, dan pemberian pakan yang mengandung 1000 ppm Zn pada tikus mampu menekan terjadinya hemolisis eritrosit pada larutan hipotonik (O'Dell 1981).

Kadar hemoglobin terlihat stabil selama pengamatan, demikian juga untuk kadar hematokrit masih berada pada batas kisaran nilai normal. Hemoglobin berada di dalam eritrosit, berfungsi di dalam membawa oksigen ke jaringan dan meng-eksresikan CO₂ dari jaringan (Cunningham 2002). Hematokrit merupakan persentase sel eritrosit dari total volume darah. Hematokrit yang meningkat dapat disebabkan oleh meningkatnya jumlah eritrosit atau jumlah cairan vaskular yang menurun (Stockholm & Scott 2002). Suplementasi Zn tidak menyebabkan perubahan secara nyata terhadap nilai hemoglobin maupun hematokrit dibanding kontrol ($P>0,05$).

Leukosit dan Differensiasinya (sel/ μ L)

Jumlah leukosit yang bersirkulasi dalam darah perifer diatur secara ketat dalam batas-batas tertentu, tetapi diubah sesuai dengan kebutuhan jika timbul proses peradangan. Fungsi leukosit adalah di dalam sistem pertahanan tubuh dan berfungsi jika terjadi peradangan atau infeksi. Jumlah leukosit pada sapi perah berkisar antara 4000–12000/ μ L (Jain 1993). Hasil penelitian ini memperlihatkan jumlah leukosit masih berada pada kisaran nilai normal (Tabel 2). Hasil penelitian ini menggambarkan suplementasi Zn tidak memengaruhi jumlah sel leukosit. Widhyari (2005) melaporkan bahwa peran Zn tidak pada gertakan atau leukopoiesis, tetapi diduga pada peningkatan kinerja sel leukosit.

Hasil penelitian pada semua kelompok perlakuan memperlihatkan rata-rata nilai relatif netrofil berkisar antara 25–47%, limfosit antara 45–70%, eosinofil antara 2–3%, monosit antara 3–6%, dan tidak ditemukan sel basofil (Tabel 3). Menurut Jain (1993) pada sapi jumlah netrofil sekitar 14–45%, limfosit 45–75%, eosinofil 0–20%, dan monosit sekitar 2–7%.

Tabel 2 Jumlah eritrosit (sel/ μ L), hemoglobin (g/dl), hematokrit (%), dan leukosit total pada anak sapi FH yang diberi suplementasi Zn

Parameter	Waktu pengamatan (bulan ke)			
	0	1	2	3
Kontrol				
Eritrosit	4,46 \pm 0,579 ^{ab}	5,95 \pm 0,694 ^{bc}	6,45 \pm 1,196 ^{bc}	5,94 \pm 0,738 ^{bc}
Hemoglobin	10,33 \pm 1,528 ^a	10,00 \pm 1,000 ^a	10,73 \pm 1,419 ^a	11,33 \pm 1,155 ^a
Hematokrit	24,67 \pm 2,89 ^a	28,33 \pm 0,58 ^{ab}	27,33 \pm 3,51 ^{ab}	28,00 \pm 1,00 ^{ab}
Leukosit	6450 \pm 937 ^a	9076 \pm 4023 ^{ab}	10017 \pm 1973 ^{ab}	7833 \pm 1973 ^{ab}
Zn 60 ppm				
Eritrosit	6,32 \pm 0,647 ^{bc}	7,16 \pm 0,849 ^d	6,22 \pm 0,729 ^{bc}	6,35 \pm 0,476 ^{bc}
Hemoglobin	11,00 \pm 1,000 ^a	9,67 \pm 0,577 ^a	10,93 \pm 1,102 ^a	10,00 \pm 1,000 ^a
Hematokrit	26,00 \pm 2,65 ^{ab}	27,67 \pm 0,58 ^{ab}	27,33 \pm 0,58 ^{ab}	27,33 \pm 0,58 ^{ab}
Leukosit	7283 \pm 1061 ^{ab}	6183 \pm 3418 ^a	11183 \pm 2439 ^b	7150 \pm 1226 ^{ab}
Zn 120 ppm				
Eritrosit	5,55 \pm 0,712 ^{ab}	7,25 \pm 1,147 ^c	6,17 \pm 0,205 ^{bc}	6,11 \pm 0,600 ^{bc}
Hemoglobin	10,00 \pm 1,00 ^a	10,00 \pm 1,000 ^a	10,87 \pm 0,757 ^a	11,33 \pm 1,528 ^a
Hematokrit	25,33 \pm 1,53 ^{ab}	28,33 \pm 3,06 ^{ab}	28,00 \pm 0,00 ^{ab}	29,00 \pm 2,65 ^{bc}
Leukosit	8017 \pm 1102 ^{ab}	8067 \pm 2093 ^{ab}	8400 \pm 2772 ^{ab}	6617 \pm 1758 ^a

* Huruf yang sama antar baris menyatakan tidak berbeda nyata pada taraf 5% ($P>0,05$).

Hasil penelitian ini memperlihatkan secara statistik bahwa jumlah sel leukosit pada penambahan Zn 60 ppm nyata meningkat terutama pada bulan kedua pemberian. Terjadinya peningkatan sel leukosit dapat disebabkan oleh adanya peningkatan oleh sel netrofil atau sel limfosit, karena dua sel ini yang mendominasi jenis sel leukosit di dalam sirkulasi darah. Setelah pemberian mineral Zn terlihat meningkatnya sel limfosit. Jumlah limfosit tertinggi, yaitu 70% dijumpai pada suplementasi Zn 60 ppm setelah dua bulan penambahan Zn di dalam pakan. Secara statistik persentase sel limfosit setelah dua bulan pemberian Zn nyata lebih tinggi dibanding awal pengamatan ($P < 0,05$). Hasil ini didukung oleh Rink dan Kirchner (2000) melaporkan bahwa peningkatan jumlah limfosit pada suplementasi Zn disebabkan karena Zn mampu meningkatkan produksi limfokin menyebabkan sel limfosit mampu berdiferensiasi dan berproliferasi. Defisiensi Zn dapat menyebabkan penurunan jumlah limfosit (limfopenia). Minton *et al.* (1992) menjelaskan blastogénesis limfosit secara nyata menurun pada domba yang mengalami stress. Defisiensi Zn dikaitkan dengan perubahan fungsi sistem imun, seperti menurunnya fungsi sel B dan T, reaksi hipersensitivitas, fagositosis, dan produksi sitokin. Penambahan Zn mampu meningkatkan produksi sitokin oleh sel Limfosit T *helper* sehingga menyebabkan terjadinya proliferasi dan diferensiasi sel. Winarsi (2004) melaporkan bahwa pemberian Zn pada wanita premenopause dapat meningkatkan jumlah sel limfosit secara nyata, dan juga terjadi peningkatan aktivitas enzim katalase dan superoksida dismutase (SOD). Aktivitas kedua enzim ini sangat tergantung pada keberadaan Zn. Aktivitas SOD sangat membantu dalam menjaga kerusakan sel akibat adanya radikal bebas sebagai akibat terjadinya stress oksidatif. Peningkatan sel limfosit dan menurunnya sel

netrofil mengakibatkan imbalan antara netrofil dan limfosit akan menurun. Hal ini mengindikasikan suplementasi Zn diduga mampu menekan respons stress yang mungkin terjadi. Kondisi ini didukung oleh pernyataan Widhyari *et al.* (2011) melaporkan bahwa suplementasi Zn 60 ppm mampu menekan kadar kortisol pada kambing peranakan etawah pada saat partus.

Jumlah sel netrofil pada kelompok yang diberi penambahan mineral Zn secara statistik tidak berbeda nyata dibanding kontrol ($P > 0,05$). Persentase netrofil terendah (20%) dijumpai pada penambahan Zn 60 ppm setelah dua bulan pemberian. Suplementasi Zn menyebabkan imbalan antara netrofil dan limfosit menurun, yang mengindikasikan menurunnya kondisi stress. Munculnya stress akan disertai perubahan pada gambaran sel darahnya yang didominasi oleh sel netrofil dan rendahnya sel limfosit. Harmon (1998) menyatakan bahwa pemberian preparat kortikosteroid akan menyebabkan limfopenia dan peningkatan jumlah netrofil dalam sirkulasi. Kondisi stress akan memicu pelepasan ACTH dari hipofise anterior secara signifikan, menyebabkan peningkatan sekresi kortisol dari kelenjar adrenal. Peningkatan kortisol dalam tubuh akan menurunkan migrasi leukosit menuju daerah yang mengalami peradangan dan menurunkan fagositosis. Pemberian Zn secara *in vitro* pada konsentrasi Zn 500 $\mu\text{mol/L}$, dapat membangkitkan aktivasi kemotaktik dari sel granulosit netrofil (Helge & Rink 2003).

Pemberian mineral Zn sebanyak 60 maupun 120 ppm tidak memengaruhi persentase jumlah sel monosit, eosinofil, maupun basofil. Secara statistik ketiga parameter sel leukosit tersebut tidak berbeda nyata antar waktu pengamatan ($P > 0,05$). Pinna *et al.* (2002) suplementasi Zn tidak memengaruhi jumlah netrofil, monosit, dan limfosit dalam sirkulasi, akan tetapi berpengaruh terhadap produksi superoksida oleh sel netrofil dan sekresi interferon oleh sel monosit. Zn dapat menginduksi produksi sitokin oleh sel leukosit, seperti monosit dengan meningkatkan produksi interleukin-1, interleukin-6, dan tumor nekrosis faktor (Rink & Kirchner 2000). Bires *et al.* (1992) melaporkan bahwa aktivitas fagositosis meningkat pada pemberian Zn, terjadi peningkatan jumlah monosit sebesar 14% dan granulosit sebesar 86%. Defisiensi Zn juga dapat menyebabkan kegagalan fungsi monosit. Sel monosit pada mencit yang mengalami defisiensi Zn gagal membunuh parasit intraseluler (Helge & Rink 2003).

KESIMPULAN

Jumlah eritrosit, kadar hemoglobin, dan nilai hematokrit tidak berbeda secara signifikan akibat suplementasi Zn sebesar 60 maupun 120 ppm di dalam pakan. Gambaran hematologi akibat suplementasi Zn masih berada pada nilai kisaran normal dan suplementasi Zn relatif aman bagi kesehatan ternak. Perlu diamati gambaran hematologi dengan sumber

Tabel 3 Jenis sel leukosit (%) pada sapi perah yang diberi suplementasi Zn

Parameter	Waktu (bulan)			
	0	1	2	3
	Kontrol			
Netrofil (%)	41 ± 9 ^b	46 ± 4 ^b	31 ± 2 ^{ab}	35 ± 4 ^{ab}
Limfosit (%)	51 ± 18 ^{ab}	45 ± 5 ^a	64 ± 2 ^{bc}	59 ± 3 ^{abc}
Monosit (%)	5 ± 1 ^{ab}	6 ± 1 ^b	3 ± 1 ^{ab}	4 ± 1 ^{ab}
Eosinofil (%)	3 ± 1 ^a	3 ± 1 ^a	2 ± 1 ^a	2 ± 1 ^a
Basofil (%)	0	0	0	0
	Zn 60 ppm			
Netrofil (%)	41 ± 15 ^b	45 ± 8 ^b	25 ± 3 ^{ab}	37 ± 3 ^{ab}
Limfosit (%)	52 ± 10 ^{ab}	49 ± 15 ^a	70 ± 3 ^c	59 ± 1 ^{abc}
Monosit (%)	5 ± 2 ^{ab}	4 ± 1 ^{ab}	3 ± 2 ^{ab}	3 ± 2 ^{ab}
Eosinofil (%)	2 ± 1 ^a	2 ± 1 ^a	2 ± 1 ^a	1 ± 1 ^a
Basofil (%)	0	0	0	0
	Zn 120 ppm			
Netrofil (%)	41 ± 18 ^b	47 ± 3 ^b	33 ± 3 ^{ab}	33 ± 2 ^{ab}
Limfosit (%)	52 ± ^{ab}	48 ± 2 ^a	60 ± 4 ^{abc}	59 ± 2 ^{abc}
Monosit (%)	5 ± 1 ^{ab}	3 ± 1 ^{ab}	4 ± 1 ^{ab}	6 ± 2 ^b
Eosinofil (%)	2 ± 1 ^a	2 ± 1 ^a	3 ± 1 ^a	2 ± 1 ^a
Basofil (%)	0	0	0	0

Zn yang berbeda antara organik dengan anorganik. Perlu diamati Zn di dalam proses spermatogenesis. Suplementasi Zn perlu dilakukan terutama pada kondisi patologis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan Nasional melalui Proyek BOPTN Tahun Anggaran 2013. Ucapan terimakasih disampaikan kepada Rektor-Institut Pertanian Bogor, Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Institut Pertanian Bogor, Koperasi Produksi Susu Bogor (KPS), Disa Farm, Balitnak, Ibu Supriyati, Drh. Jajat Sudrajat SSi, Suryono, Amd dan semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Azizzadeh M, Mohri M, Seifi HA. 2005. Effect of oral zinc supplementation on hematology, serum biochemistry, performance, and health in neonatal dairy calves. *Comparative Clinical Pathology*. 14(2): 67–71.
- Bender AD. 1993. *Introduction to Nutrition and Metabolism*. UCL Press Limited, University College London, London (GB).
- Bires J, Linderova I, Bartko P, Bajova V, Kovarova E. 1992. Change in the phagocytic activity of blood leukocytes in pregnant dairy cows after the administration of Zindep (Zinc preparation). *Zivocisna-Vyroba*. 37(10): 861–866.
- Buckley WT. 2000. Trace Element Dynamics. In: D'Mello JPF, editor. *Farm Animal Metabolism and Nutrition*. CAB International Publishing, New York (US): 161–182.
- Cunningham JG. 2002. *Textbook of Veterinary Physiology*. Ed ke-3. W.B. Saunders Company, Philadelphia (US).
- D'Mello JPF. 2000. *Farm Animal Metabolism and Nutrition*. CAB International Publishing, New York (US).
- Harmon RJ, Torre. 1998. Economic implications of copper and zinc proteinate: Role in mastitis control. In: Lyons TP, Jacques KA, editor. *Biotechnology in Feed Industry. Proceedings of Alltech's 13th Annual Symposium*. US: Alltech Technical Publications. 419–430.
- Helge K, Rink L. 2003. Zinc-altered immune function. *Journal of Nutrition*. 133(5): 1452S–1456S.
- Jain NC. 1993. *Essentials of Veterinary Hematology*. Lea and Febiger, Philadelphia (US).
- Kawachi H. 2006. Micronutrients affecting adipogenesis in beef cattle. *Animal Science Journal*. 77(5): 463–471.
- King JC. 2000. Determinants of maternal zinc status during pregnancy. *American Journal of Clinical Nutrition*. 71(5): 1334–1343.
- Lieberman S, Bruning N. 1990. *The Real Vitamin and Mineral Book*. A very publishing group inc garden city park, New York (US).
- Meyer DJ, Coles EH, Rich LJ. 2004. *Veterinary Laboratory Medicine Interpretation and Diagnosis*. WB Saunders Company, Philadelphia, Pennsylvania (US).
- Minton JE, Coppinger TR, Reddy PG, Davis WC, Blecha F. 1992. Repeated restraint and isolation stress alters adrenal and lymphocyte functions and some leukocyte differentiation antigens in lamb. *Journal of Animal Science*. 70(4): 1126–1132.
- Mohri M, Sharifi K, Eidi S. 2007. Hematology and serum biochemistry of Holstein dairy calves: age related changes and comparison with blood composition in adults. *Journal of Veterinary Science*. 83(1): 30–39.
- O'Dell BL. 1981. Metabolic Functions of Zinc-A New Look. In: Howell JM, Gawthorne, White CL, editor. *Trace Element Metabolism in Man and Animals. TEMA 4*. Proceedings. Australia: Australian Academy of Science Canberra.
- Pinna K, Darshan SK, Peter CT, Janet CK. 2002. Immune functions are maintained in healthy men with low zinc intake. *Journal of Nutrition*. 132(7): 2033–2036.
- Rink L, Kirchner H. 2000. Zinc-altered immune function and cytokine production. *Journal of Nutrition*. 130(5): 1407S–1411S.
- Salgueiro MJ, Zubillaga M, Lysionek A, Cremaschi G, Goldman CG, Caro R, De Paoli T, Hager A, Weill R, Boccio J. 2000. Zinc status and immune system relationship. *Biological Trace Element Research*. 76(3): 193–205.
- Stockholm SL, Scott MA. 2002. *Fundamentals of Veterinary Clinical Pathology*. 1st ed. Iowa State Press, Iowa (US).
- Supriyati D, Haryanto B. 2007. Pengaruh suplementasi Zn-biokompleks dalam ransum terhadap pertumbuhan domba muda. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 12(4): 268–273.
- Tanaka S, Takahashi E, Matsui T, Yano H. 2001. Zinc promotes adipocyte differentiation in vitro. *Asian – Australasian Journal of Animal Sciences*. 14(7): 966–969.
- Truong-Tran AQ, Ho LH, Chai F, Zalewski PD. 2000. Cellular zinc fluxes and the regulation of apoptosis/

- gene directed cell death. *Journal of Nutrition*. 130(5): 1459–1466.
- Underwood EJ, Suttle NF. 2001. *The Mineral Nutrition of Livestock*. CABI Publishing, Boston (US).
- Widhyari SD. 2005. Patofisiologi sekitar partus pada kambing peranakan etawah; Kajian peran suplementasi *zincum* terhadap respons imunitas dan produktivitas [Disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Widhyari SD, Widodo S, Wibawan IWT, Utama IK, Esfandiari A. 2011. Profil kadar kortisol dan seng pada kambing peranakan etawah saat melahirkan yang diberi tambahan seng dalam pakannya. *Jurnal Veteriner*. 12(3): 220–228.
- Winarsi H. 2004. Respons hormonal dan imunitas wanita premenopause terhadap minuman fungsional berbahan dasar susu skim yang disuplementasi dengan isoflavon kedelai dan seng [Disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.