



PEMBERIAN NANOKALSIUM PADA KAMBING PERANAKAN ETAWAH LAKTASI TERHADAP NERACA KALSIUM

AYU LAILIYATUL MAGHFIROH



**DEPARTEMEN ILMU NUTRISI DAN TEKNOLOGI PAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2015**

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Hak Cipta Diliindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi berjudul Pemberian Nanokalsium pada Kambing Peranakan Etawah Laktasi terhadap Neraca Kalsium adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Januari 2015

Ayu Lailiyatul Maghfiroh
NIM D24100099

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



ABSTRAK

AYU LAILIYATUL MAGHFIROH. Pemberian Nanokalsium pada Kambing Peranakan Etawah Laktasi terhadap Neraca Kalsium. Dibimbing oleh DEWI APRI ASTUTI dan TEGUH YULIADI.

Nanoteknologi telah berkembang mulai abad-21 dan telah digunakan dalam industri. Nanopartikel adalah salah satu produk model nanoteknologi, seperti nanokalsium. Suplementasi nanokalsium pada hewan model tikus yang sedang tumbuh mampu meningkatkan densitas tulang. Kualitas dan kuantitas kalsium pada kambing laktasi penting untuk mempertahankan produksi susu. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh pemberian nanokalsium pada kambing Peranakan Etawah laktasi. 10 ekor kambing Peranakan Etawah awal laktasi ($35 \text{ kg} \pm 0.74$) dikelompokkan ke dalam 2 perlakuan pakan secara acak yaitu perlakuan kontrol ransum dengan kalsium bentuk normal (K) dan bentuk nanokalsium (N). Variabel yang diukur adalah kondisi fisiologis, konsumsi pakan dan kalsium, kalsium darah, kalsium susu, produksi susu serta kualitas susu. Semua data dibandingkan dengan menggunakan uji-T. Hasil dari variabel yang diukur menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara perlakuan kontrol dan perlakuan nanokalsium dosis 0.13% pada seluruh parameter selain produksi susu. Perlakuan nanokalsium (N) memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($P < 0.05$) terhadap produksi susu dan 6.76% lebih tinggi dari perlakuan kontrol (K).

Kata kunci: kalsium, kambing laktasi, nanokalsium

ABSTRACT

AYU LAILIYATUL MAGHFIROH. Nanocalcium Supplementation on Etawah Grade Lactation Goat to Calcium Balance. Supervised by DEWI APRI ASTUTI and TEGUH YULIADI.

Nanotechnology was developed began 21st century and was used in industry. Nanoparticle is one of model nanotechnology product, like nanocalcium. Nanocalcium supplementation in animal model growing rat could improve the bone density. Quality and quantity of Ca in the lactating goat is important to defend milk production. This research was aimed to evaluate effect of utilization nanocalcium on Etawah grade lactation goat. Ten Etawah grade goat early lactation ($35 \text{ kg} \pm 0.74$) were randomize grouped into 2 treatments diet, as control (normal shape calcium) and nanocalcium (N). Variables measured were normal physiology condition, feed and calcium intake, blood calcium, milk calcium, milk production, and milk quality. All data were compared by T – test. The result variables measured showed that there were not significant different between control and nanocalcium dose 0.13% treatment in all parameters except milk production. Nanocalcium treatment showed here significant effect to milk production and 6.76% higher than control treatment.

Keywords: calcium, lactating goat, nanocalcium



PEMBERIAN NANOKALSIUM PADA KAMBING PERANAKAN ETAWAH LAKTASI TERHADAP NERACA KALSIUM

AYU LAILIYATUL MAGHFIROH

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Peternakan
pada
Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan

**DEPARTEMEN ILMU NUTRISI DAN TEKNOLOGI PAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2015**

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

Hak Cipta Diliindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Judul Skripsi : Pemberian Nanokalsium pada Kambing Peranakan Etawah
Laktasi terhadap Neraca Kalsium

Nama : Ayu Lailiyatul Maghfiroh
NIM : D24100099

Disetujui oleh

Prof Dr Ir Dewi Apri Astuti, MS
Pembimbing I

Teguh Yuliadi, SSi, MSi
Pembimbing II

Diketahui oleh

Prof Dr Ir Panca Dewi MHK, MSi
Ketua Departemen

Tanggal Lulus:

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

Hak Cipta Diliindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Agustus 2013, dengan judul Pemberian Nanokalsium pada Kambing Peranakan Etawah Laktasi terhadap neraca kalsium. Nanoteknologi merupakan teknologi yang sedang berkembang dalam industri maupun pendidikan. Telah banyak penerapan teknologi ini dalam bidang kesehatan manusia, namun pada bidang peternakan belum banyak diterapkan dan diteliti. Oleh sebab itu perlu dilakukan uji coba untuk mengetahui efek penerapan aplikasi teknologi ini untuk meningkatkan kualitas produk dan kesehatan ternak.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih belum sempurna. Oleh sebab itu, kritik dan saran yang membangun penulis harapkan untuk kesempurnaan masa yang akan datang. Penulis berharap skripsi ini menambah wawasan pada bidang peternakan.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat .

Bogor, Januari 2015

Ayu Lailiyatul Maghfiroh

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

Hak Cipta Diliindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	ix
PENDAHULUAN	1
METODE	3
Bahan	3
Alat	4
Lokasi dan Waktu	4
Prosedur Percobaan	4
Analisis Data	5
HASIL DAN PEMBAHASAN	6
Kondisi Fisiologis	6
Konsumsi Nutrien	6
Kalsium Plasma Darah	7
Kalsium Susu	8
Produksi Susu	8
Kualitas Susu	9
SIMPULAN DAN SARAN	10
Simpulan	10
Saran	10
DAFTAR PUSTAKA	11
LAMPIRAN	14
RIWAYAT HIDUP	18

Hak Cipta Diliindungi Undang-Undang

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

DAFTAR TABEL

1	Susunan ransum kambing Peranakan Etawah laktasi	3
2	Analisis proksimat ransum kambing Peranakan Etawah laktasi	4
3	Hasil pengukuran kondisi fisiologis teranak	6
4	Hasil pengamatan konsumsi nutrisi	7
5	Kadar kalsium darah dan susu	7
6	Hasil analisis kualitas susu kambing	10

DAFTAR GAMBAR

1	<i>High Energy Milling</i> (HEM)	2
2	Mekanisme tumbukan bola-bola pada HEM	2
3	Kurva produksi susu kambing PE selama penelitian	9

DAFTAR LAMPIRAN

1	Hasil T-test denyut jantung pagi	14
2	Hasil T-test respirasi pagi	14
3	Hasil T-test suhu rektal pagi	14
4	Hasil T-test denyut jantung siang	14
5	Hasil T-test respirasi siang	14
6	Hasil T-test suhu rektal siang	14
7	Hasil T-test denyut jantung kontrol	14
8	Hasil T-test denyut jantung nano	15
9	Hasil T-test respirasi kontrol	15
10	Hasil T-test respirasi nano	15
11	Hasil T-test suhu rektal kontrol	15
12	Hasil T-test suhu rektal nano	15
13	Hasil T-test konsumsi BK ransum	15
14	Hasil T-test konsumsi PK ransum	15
15	Hasil T-test konsumsi TDN	16
16	Hasil T-test konsumsi Ca ransum	16
17	Hasil T-test konsumsi P ransum	16
18	Hasil T-test kadar kalsium darah	16
19	Hasil T-test kadar kalsium susu per 100 g	16
20	Hasil T-test produksi susu kambing Peranakan Etawah	16
21	Hasil T-test lemak susu	16
22	Hasil T-test protein susu	17
23	Hasil T-test laktosa susu	17
24	Hasil T-test berat jenis susu	17
25	Hasil T-test BKTL susu	17
26	Hasil T-test BK susu	17

PENDAHULUAN

Asia menduduki posisi pertama (59.7%) dari seluruh populasi ternak kambing di dunia dengan populasi 861.9 juta ekor. Sejak tahun 1990, populasi ternak kambing meningkat 1% - 4% pada tiap tahunnya hingga pada tahun 2008 populasi meningkat sebanyak 146% dibandingkan populasi tahun 1990. Kambing perah yang merupakan bagian dari populasi kambing tersebut mampu menyumbang produk susu sebanyak 15.2 juta metrik ton atau setara dengan 2% total produksi susu dunia dari hewan ternak (Aziz 2010). Di negara berkembang +83% populasi ternak kambing digunakan untuk produksi susu, sedangkan di negara Eropa dengan populasi kambing 3% dipelihara untuk produksi susu dan menyumbang 15% dari total produksi susu kambing dunia untuk pengolahan keju (Lejaouen and Toussaint 1993; Aziz 2010).

Beberapa jenis kambing perah yang ada di dunia antara lain adalah Alpen (Austria dan Prancis), Anglo Nubian (Inggris), Barbari (India Utara dan Pakistan Barat), Beetal (Afrika Utara), Damaskus (Afrika Utara), Jamanpari (India), Kamori (Afrika Utara), Nubian (Afrika Utara), Saanen (Eropa Barat), Toggenburg (Eropa Barat), dan Peranakan Etawah (Indonesia) (Sarwono 2011).

Meningkatnya permintaan susu di dunia diiringi dengan meningkatnya permintaan konsumen terhadap produk olahan susu yang lebih banyak disukai dibanding produk asalnya. Beberapa contoh produk olahan susu yang banyak diminati oleh konsumen antara lain adalah keju, mentega, *yoghurt*, *ice cream*, dan *cream*.

Populasi kambing di Indonesia meningkat 5.37% dari tahun 2012 ke tahun 2013 (DITJENAK 2013) dan termasuk dalam 10 besar populasi kambing di dunia (Aziz 2010). Provinsi Jawa Barat masuk ke dalam 3 besar populasi kambing di Indonesia dengan jumlah populasi sementara 2 324 828 ekor (Departemen Pertanian 2013). Belum ada data statistik tentang populasi khusus kambing perah.

Kambing Peranakan Etawah (PE) memiliki potensi sebagai ternak penghasil susu (ternak betina) dan daging (ternak jantan) di Indonesia karena lebih adaptif di lingkungan tropis dibandingkan kambing perah lain dan banyak dipelihara oleh masyarakat serta memiliki siklus laktasi yang lebih cepat dibandingkan sapi perah. Produksi susu harian mencapai 1 – 1.5 L ekor⁻¹ hari⁻¹ dengan kadar lemak 4.0% - 7.3% atau lebih lebih tinggi dari susu sapi 3.8% (Balitnak 2004; Srimulyati 2006; Utama 1997). Perkembangan ternak kambing ini menyumbang kebutuhan susu dan daging nasional 66 027 ton pada tahun 2008 yang masih didominasi oleh produk dari ternak sapi dan ayam (buras dan broiler) (Sarwono 2011). Namun pemeliharaan kambing ini kurang diperhatikan terutama kualitas pemberian pakan seperti pada peternakan rakyat. Menurut NRC (2006), konsumsi bahan kering induk laktasi kambing PE laktasi awal dengan bobot badan (BB) 40 kg adalah 4.17% dari berat badan, yaitu 1.67 kg hari⁻¹ dengan kadar lemak susu 4%. Kebutuhan *total digestible nutrient* (TDN), protein kasar (PK), kalsium (Ca), dan fosfor (P) berturut – turut adalah 0.89 kg hari⁻¹, 0.093 kg hari⁻¹, 5.9 g hari⁻¹, dan 3.9 g hari⁻¹. Pada fase akhir kebuntingan dan awal laktasi, kebutuhan kalsium meningkat dari 1.9 g hari⁻¹ menjadi 5.9 g hari⁻¹ atau tiga kali lipat (NRC 2006). Kalsium yang dikonsumsi digunakan untuk pertumbuhan fetus dan produksi susu. Kalsium yang dikonsumsi akan diserap dalam usus dengan

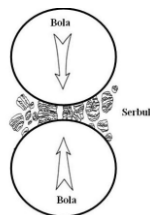
bantuan vitamin D dan *calcitrol* serta akan memasuki cairan ekstraseluler yang berhubungan langsung dengan kapiler darah. Kalsium dalam darah akan disalurkan ke organ tulang, ginjal, dan ambing pada fase laktasi. Kalsium dalam darah akan dipertahankan dalam keadaan normal. Kalsium darah yang berlebih akan disalurkan ke tulang dan ginjal dengan bantuan *calcitonin* dan jika kurang maka hormon parathyroid akan memobilisasi kalsium dalam tulang dan ginjal ke darah. Jika kalsium dalam ransum rendah dalam kurun waktu lama, maka ternak mengalami *milk fever*. Gejala klinis *milk fever* ditandai dengan rendahnya kadar kalsium dalam darah (NRC 2006). Kadar kalsium darah normal pada kambing berkisar antara 8.8 – 12 mg dL⁻¹(Srimulyati 2006).

Nanosains dan nanoteknologi (iptek nano) merupakan bidang kajian ilmu dan rekayasa material dalam ukuran nanometer (nanomaterial) dan merupakan penyusunan ulang struktur atom secara individual (Surya 2003). Struktur fisik nanopartikel yang telah dipecah menyebabkan struktur partikel berbentuk *amorf* atau secara acak dan mudah berikatan antar ion. Luas permukaan yang lebih besar dari partikel nano memiliki kelebihan lebih reaktif bila bercampur dengan partikel lain dan menyebabkan perubahan titik didih. Penelitian di bidang iptek nano telah menunjukkan terciptanya produk-produk baru dengan kinerja yang lebih baik. Hal tersebut secara signifikan telah meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan industri dan ekonomi dunia. Nanoteknologi telah dimanfaatkan untuk produk industri pangan, kimia, keramik, dan industri pertanian (Amin dan Hariyanti 2012). Nanokalsium adalah kalsium dengan ukuran partikel 1-100 x 10⁻⁹ atau nanometer yang dibuat secara fisik. Ada dua metode pembuatan nanopartikel, yaitu *top down* dan *bottom up*. Metode *top down* merupakan pembuatan partikel ukuran nano dengan memperkecil material atau partikel besar. Alat yang sering digunakan dalam metode ini adalah *High Energy Milling* (HEM) (Gambar 1).



Gambar 1 *High Energy Milling* (HEM)

Terdapat bola – bola dalam *vial* (wadah) yang akan bergerak pada seluruh bagian *vial* dan partikel diantara bola – bola akan hancur akibat tumbukan bola – bola tersebut. Partikel dalam *vial* menjadi homogen akibat gerakan dari bola – bola tersebut.



Gambar 2 Mekanisme tumbukan bola – bola pada HEM (Amin dan Hariyanti 2012)

Metode *bottom up* adalah pembuatan nanopartikel dengan merangkai atom atau molekul yang digabungkan melalui reaksi kimia. Metode yang banyak digunakan adalah metode presipitasi. Metode presipitasi adalah dengan melarutkan zat aktif dalam pelarut dan ditambahkan larutan bukan pelarut sehingga larutan jenuh dan terjadi nukleasi cepat dan membuat partikel nano (Amin dan Hariyanti 2012; Greiner 2009; Kneth 2009).

Penambahan nanokalsium pada ransum hewan model tikus putih memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap konsumsi kalsium dengan peningkatan 25% dari ransum kontrol dan penyerapan kalsium sebanyak 70% dengan rata-rata penyerapan kalsium di tulang tibia sebanyak 26.42% hingga 28.11% (Aulyani 2013). Hal ini dikarenakan dalam satuan berat yang sama, nanokalsium memiliki volume yang lebih besar dibandingkan dengan kalsium ukuran normal. Penelitian lain menyebutkan bahwa kristal mineral dalam tulang tikus memiliki ukuran partikel nano (Dahlan *et al.* 2006). Aplikasi nanokalsium pada ternak laktasi belum banyak diteliti, oleh karena itu perlu diukur pemanfaatan nanokalsium pada kambing Peranakan Etawah laktasi yang ditambahkan dalam ransum kambing laktasi.

METODE

Bahan

Ternak yang digunakan dalam penelitian ini adalah kambing Peranakan Etawah laktasi sebanyak 10 ekor umur 2 tahun dengan bobot badan 35 ± 0.74 kg laktasi 2 – 3. Ransum terbuat dari konsentrat komersial, nanokalsium, dan rumput lapang. Konsentrat yang digunakan terdiri dari bahan jagung, bungkil kedelai, Lactofeed A dan B, minyak sayur, dan premix. Susunan ransum kambing Peranakan Etawah laktasi dan hasil analisis proksimat disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1 Susunan ransum kambing Peranakan Etawah laktasi

Bahan pakan	Kontrol (%)	Nano (%)
Lactofeed merah	14.17	14.17
Lactofeed biru	21.75	21.75
Jagung	21.75	21.75
Bungkil kedelai	14.25	14.25
Minyak sayur	2.95	2.95
<i>Tricalcium phosphate</i>	0.13	0.13
	(Kontrol)	(Nano)
Rumput lapang	25.00	25.00
Total	100.00	100.00

Tabel 2 Analisis proksimat ransum kambing Peranakan Etawah laktasi

Komposisi nutrien ¹	Konsentrat (%)	Hijauan (%)
Bahan kering	86.57	21.70
Abu	5.73	10.03
Protein kasar	25.07	11.40
<i>Total digestible nutrient</i>	56.24	52.31
Ca	0.89	0.55
P	0.27	0.54

¹Data diperoleh dari analisis proksimat di Laboratorium Ilmu dan Teknologi Pakan Fakultas Peternakan IPB (2013).

Alat

Kandang yang digunakan adalah kandang individu berjumlah 10 buah dengan jenis kandang panggung yang dilengkapi tempat pakan dan tempat minum. Timbangan pakan dengan skala 0 kg - 2.5 kg merek Tanita digunakan untuk menimbang konsentrat dan timbangan dengan skala 5 kg merek *Imperial Houseware* digunakan untuk menimbang hijauan. Pengukuran kondisi fisiologis ternak berupa suhu tubuh dengan menggunakan termometer, denyut jantung dengan stetoskop, respirasi dengan perabaan tangan. Pengambilan sampel darah menggunakan tabung berheparin dan *syringe* volume 3 mL. Analisis kualitas susu yang meliputi berat jenis, lemak, protein, laktosa, dan bahan kering, menggunakan alat *Milkotester Ltd*. Analisis kalsium susu dan darah menggunakan alat *Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) Shimadzu AA-7000*.

Lokasi dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di kandang A Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor (IPB) pada bulan Agustus sampai dengan November tahun 2013. Analisis sampel pakan dilakukan di Laboratorium Ilmu dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan IPB. Analisis kalsium susu dilakukan di Laboratorium Terpadu Pascasarjana IPB, sedang analisis kalsium darah dilakukan di Laboratorium Nutrisi Ternak Perah, Fakultas Peternakan IPB. Analisis kualitas susu dilakukan di Laboratorium Produksi Ternak Perah, Fakultas Peternakan IPB.

Prosedur Percobaan

Persiapan Pakan

Konsentrat komersial (terdiri dari bahan Lactofeed A dan B, jagung, bungkil kedelai, serta minyak sayur dengan bahan kering (BK) 86.57% PK 25.07% TDN 56.24%) *as fed* sebanyak 1500 g ekor⁻¹ hari⁻¹ dicampur dengan suplemen kalsium kontrol dan bentuk nano 0.4% dari total.

Pemeliharaan

Perlakuan terdiri dari ransum kontrol (K) yaitu suplementasi dengan mineral kalsium normal dan ransum dengan suplementasi nanokalsium (N). *Preliminary periode* dilakukan selama dua minggu sebelum penelitian yang meliputi pengamatan konsumsi ransum dan air minum serta produksi susu.

Pemberian konsentrat dilakukan pagi pukul 06.00 dan siang pukul 13.00. Rumput lapang sebanyak 2 kg ekor⁻¹ hari⁻¹ diberikan sebelum pemberian konsentrat siang hari. Air minum diberikan *Ad libitum*.

Perlakuan dan Peubah yang Diamati

Perlakuan yang diberikan adalah perlakuan ransum tanpa nanokalsium (K) dan perlakuan ransum mengandung nanokalsium (N). Peubah yang diamati dalam penelitian ini adalah kondisi fisiologis (denyut jantung, suhu tubuh, dan respirasi) pagi pukul 09.00-10.00 dan siang pukul 12.00-13.00, konsumsi nutrien, konsumsi kalsium, kalsium darah, kalsium susu, produksi susu, dan kualitas susu.

Pengukuran Konsumsi Pakan. Konsumsi pakan per hari dihitung dengan berat pakan yang diberikan dikurangi berat pakan sisa pada hari berikutnya.

Pengukuran Kondisi Fisiologis. Pengukuran kondisi fisiologis dilakukan seminggu sekali pada pukul 09.00-10.00 dan pukul 12.00-13.00 selama pengamatan. Laju respirasi dihitung dengan merasakan hembusan nafas yang keluar dari hidung ke dinding tangan selama 1 menit. Suhu rektal ternak diukur dengan menggunakan termometer rektal yang dimasukkan ke dalam rektal ternak selama 1 menit. Denyut jantung dihitung dengan alat bantu stetoskop yang diletakkan dada tubuh ternak selama 1 menit.

Pengambilan dan Analisis Susu. Pemerahan dilakukan dua kali sehari yaitu pagi hari jam 05.00-06.00 dan sore hari jam 15.00-16.00. Sampel susu diambil seminggu sekali selama pemeliharaan (8 minggu) untuk dianalisis kualitasnya (diambil 10%). Pengukuran kadar lemak, protein, laktosa, berat jenis, dan bahan kering susu diukur dengan menggunakan *milkotester*. Pengabuan basah sebanyak 10 mL sampel susu didestruksi basah dengan ditambahkan HNO₃ pekat 10 mL, asam sulfat 0.8 mL, 2 tetes, aquadest sebanyak 4 mL, dan HCl 1.2 mL selama 6 jam 15 menit untuk dianalisis kadar kalsiumnya. Sampel diukur absorbansinya dengan menggunakan AAS Shimadzu AA-7000 dengan panjang gelombang 422.7 nm.

Pengambilan dan Analisis Darah. Sampel darah diambil dari vena jugularis dengan menggunakan *syringe* ukuran 3 mL yang steril dan darah yang diperoleh dimasukkan ke dalam tabung yang mengandung *ethylene diamine tetra acid* (EDTA). Sampel darah di-*sentrifuge* selama 15 menit dengan kecepatan 3000 rpm untuk mendapatkan cairan plasma darah yang selanjutnya untuk dianalisis kadar kalsiumnya dengan alat AAS. Cairan plasma sebanyak 0.25 mL dimasukkan ke dalam tabung reaksi ditambahkan larutan latan 0.5 mL dan *aquadest* 4.25 mL, kemudian di-*vortex* selama 10 detik dan disentrifuge kembali selama 15 menit dengan kecepatan 40 rpm. Sampel diukur absorbansinya dengan menggunakan AAS Shimadzu AA-7000 pada panjang gelombang 422.7 nm.

Analisis Data

Data hasil pengamatan dari perlakuan control (K) dan suplementasi nano kalsium (N) diuji dengan *T-test independent*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Fisiologis

Kondisi fisiologis merupakan indikator kesehatan ternak yang dapat dilihat dengan mengukur laju respirasi, denyut jantung, dan suhu rektal ternak. Hasil pengukuran laju respirasi, denyut jantung, dan suhu tubuh ternak kambing Peranakan Etawah fase laktasi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil pengukuran kondisi fisiologis ternak

Peubah	K	N	Rataan
Denyut jantung (kali menit ⁻¹)			
Pagi	88.90 ± 19.35	86.40 ± 14.74	87.65 ± 1.77
Siang	87.60 ± 12.16	97.05 ± 11.17	92.33 ± 6.68
Rataan	88.25 ± 0.92	91.73 ± 7.53	
Respirasi (kali menit ⁻¹)			
Pagi	46.70 ± 13.38	39.90 ± 10.12	43.30 ± 4.81
Siang	48.80 ± 13.44	49.30 ± 10.54	49.05 ± 0.35
Rataan	47.75 ± 1.48	44.60 ± 6.65	
Suhu rektal (°C)			
Pagi	38.84 ± 0.05	38.83 ± 0.13	38.84 ± 0.01
Siang	38.78 ± 0.16	38.96 ± 0.19	38.87 ± 0.13
Rataan	38.81 ± 0.04	38.90 ± 0.09	

K: kontrol, N:Nano

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian perlakuan K dan N serta perbedaan waktu pagi dan siang hari tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($P > 0.05$) terhadap kondisi fisiologis ternak. Denyut jantung dan laju respirasi pada penelitian masih dalam kisaran normal 80 kali – 110 kali menit⁻¹ (Soeharsono 2010) dan 26 – 54 kali menit⁻¹ (Frandsen 1992) 30 kali – 50 kali menit⁻¹ (Rosadi 2013). Untuk mempertahankan kerja jantung dengan normal, kalsium memiliki peran dalam interaksi protein dalam otot, myosin, dan aksin pada saat kontraksi otot. Defisien kalsium dalam darah mengakibatkan tubuh kaku dan kejang (Almatsier 2004). Kerja jantung dan respirasi akan berjalan searah untuk pertukaran oksigen dan karbondioksida dan pengeluaran panas (Ganong 2008). Respirasi pada ternak berperan sebagai stabilisator suhu tubuh agar tetap pada kisaran normal. Namun pada pengukuran suhu tubuh ternak pada penelitian menunjukkan nilai yang lebih tinggi dari penelitian Rosadi (2013) 37.4 – 38.4 °C. Peningkatan suhu tubuh merupakan indikasi terjadinya proses metabolisme dalam tubuh. Panas tubuh dipengaruhi oleh bangsa ternak, aktivitas, kondisi kesehatan ternak, dan kondisi lingkungan ternak (Frandsen 1992).

Konsumsi Nutrien

Pengukuran konsumsi nutrien dan kalsium penelitian ini dilakukan selama penelitian dengan menghitung konsumsi bahan segar konsentrat dan rumput. Hasil pengukuran konsumsi ransum selama penelitian berlangsung disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil pengamatan konsumsi nutrisi

Konsumsi (g ekor ⁻¹ hari ⁻¹)	K	N
Bahan kering	1973.90 ± 135.29	1982.28 ± 143.45
Protein kasar	606.17 ± 41.56	608.74 ± 44.05
TDN	1492.06 ± 102.29	1498.36 ± 108.43
Ca	24.36 ± 1.67	24.46 ± 1.77
P	9.52 ± 0.65	9.56 ± 0.69

K: kontrol, N: nano, TDN: *total digestible energy*

Secara keseluruhan konsumsi nutrisi pakan pada kedua perlakuan tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata. Kebutuhan BK, PK, TDN, Ca, dan P pada kambing laktasi dengan kadar lemak susu 4% pada BB 35 kg berturut – turut adalah 1 525 g hari⁻¹, 85 g hari⁻¹, 810 g hari⁻¹, 5.7 g hari⁻¹, dan 3.7 g hari⁻¹ (NRC 2006). Hasil pengamatan konsumsi pada penelitian ini menunjukkan bahwa pakan yang dikonsumsi telah memenuhi kebutuhan yang direkomendasikan atau melebihi dari kebutuhan standar setara dengan 4.38% BB dan meningkat sebanyak 29.4% dan 29.99% konsumsi BK pada perlakuan kontrol dan nanokalsium. Palatabilitas pakan meningkatkan konsumsi pakan dengan melihat karakteristik dan kandungan nutrisi pakan. Semakin meningkatnya nilai nutrisi pakan akan meningkatkan konsumsi pakan. Palatabilitas memicu peningkatan konsumsi pakan pada ternak kambing (Haenlein 2002). Palatabilitas berkaitan dengan pencernaan zat makanan. Zat makanan yang mudah dicerna akan meningkatkan konsumsi dengan adanya reseptor dinding rumen yang memberikan sinyal ke otak (Despal 2007).

Kalsium Plasma Darah

Kalsium yang telah dikonsumsi akan masuk ke dalam usus dan akan diserap pada usus halus bagian depan melalui transport aktif dan pasif. Penyerapan aktif kalsium dibantu dengan *adenosine triphosphate* (ATP) sebagai energi. Pada penyerapan pasif dibantu oleh garam empedu. Kalsium yang telah diserap akan dialirkan oleh darah ke jaringan tubuh yang memerlukan. Penyerapan kalsium dalam tubuh disesuaikan dengan kebutuhan. Namun bila kadar kalsium darah menurun, kalsium tulang akan diserap ke dalam darah yang dikontrol oleh hormon paratiroid untuk mempertahankan kadar kalsium darah dalam batasan normal (Srimulyati 2006). Hasil pengukuran kadar kalsium darah dan susu kambing laktasi disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5 Kadar kalsium darah dan susu

Kadar kalsium	K	N
Darah(mg dL ⁻¹)	12.75 ± 0.41	13.19 ± 1.19
Susu(mg 100 g ⁻¹)	107.94 ± 27.22	80.35 ± 34.85

K: kontrol, N: nano

Hasil pada penelitian ini menunjukkan bahwa kalsium darah pada kedua perlakuan tidak menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($P > 0.05$). Kadar normal kalsium dalam darah berkisar 8.8 – 12.2 mg dL⁻¹ (McDonald *et al.* 2002). Kadar Ca darah dalam kisaran normal menunjukkan bahwa proses metabolisme dalam

tubuh berjalan normal dan tidak ada gangguan organ (Supriasa *et al.* 2002). Menurut Sadikin (2001) darah harus dalam kisaran normal dan sehat sebagai alat transport zat makanan yang dibutuhkan oleh tubuh. Penelitian Rumetor (2008) menunjukkan bahwa konsusmi Ca dalam ransum berkorelasi positif ($r=0.59$) dengan kadar Ca di darah. Peningkatan Ca darah dari tulang dipicu oleh kerja hormon paratiroid dan penyerapan Ca dalam saluran pencernaan dapat terhambat dengan adanya fosfat, sulfat, dan asam lemak yang membentuk endapan garam kalsium. Penyerapan kalsium dapat ditingkatkan dengan keberadaan vitamin D dan protein (asam amino), lemak (trigliserida dan asam lemak), dan glukosa (monosakarida). Vitamin D berperan dalam metabolisme Ca yang mampu meningkatkan enzim *citrogenase* dan akan meningkatkan produksi sitrat serta berperan dalam homeostasis Ca dalam bentuk aktif vitamin D (1,25 dihidroxyvitamin D₃). Vitamin D dapat disintesis di kulit dengan bantuan sinar *ultra violet* (UV). Pakan kaya protein dapat meningkatkan penyerapan kalsium 10% (Girindra 1988; Horst 2003; Patel 2007; Piliang dan Soewondo 2006). Penyerapan Ca dapat juga ditingkatkan oleh meningkatnya derajat keasaman (pH) saluran pencernaan (Piliang 2000).

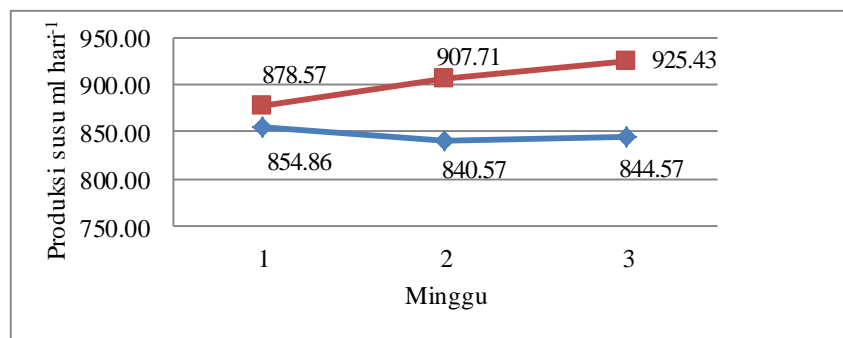
Kalsium Susu

Kalsium yang dialirkan oleh darah sebagian akan masuk ke dalam kelenjar mammae. Vitamin D sangat diperlukan pada fase laktasi atau produksi untuk mempengaruhi terjadinya ikatan Ca dan protein (Tillman *et al.* 1998). Kalsium yang dialirkan melalui darah menuju kelenjar mammae tidak mengalami perubahan secara kimia. Kadar kalsium pada susu kambing 134 mg 100 g⁻¹ (Setiawan dan Tanius 2003). Kadar kalsium susu pada penelitian menunjukkan angka lebih rendah dibandingkan dengan kadar kalsium normal. Kadar kalsium susu 13 kali lebih besar dari kalsium dalam darah. Penyerapan kalsium dalam darah untuk memproduksi susu juga dipengaruhi oleh faktor hormonal. Hormon paratiroid dan Vitamin D aktif ikut merangsang penyerapan kalsium pada jaringan ambing (Akers 2002). Kambing dengan umur 2 tahun masih dalam masa pertumbuhan gigi, yaitu bergantinya sepasang gigi seri tengah dalam (I₂). Kalsium yang dikonsumsi oleh ternak pada umur tersebut akan digunakan untuk pembentukan dan pertumbuhan gigi hingga ternak umur 4 tahun atau telah mengalami pergantian gigi tetap (Sarwono 2011).

Produksi Susu

Rataan produksi susu harian kambing Peranakan Etawah laktasi pada perlakuan kontrol (K) dan nano (N) selama 3 minggu pengamatan masing – masing 872.07 g hari⁻¹ dan 931.02 g hari⁻¹ berkisar antara 865.79 g hari⁻¹-953.19 g hari⁻¹. Hasil pada penelitian ini lebih rendah dari penelitian Atabany (2003) 0.99 kg hari⁻¹ dan lebih tinggi dari produksi susu pada penelitian Rumetor (2008) 640 g hari⁻¹ pada perlakuan ransum basal (konsentrat dan hijauan) yang disuplementasi dengan daun bangun-bangun dan 690 g hari⁻¹ dengan ransum basal yang disuplementasi dengan Zn-Vit E dan daun bangun-bangun. Produksi susu harian perlakuan nano (N) lebih tinggi dari perlakuan kontrol (K) dan mengalami peningkatan dari minggu ke-1 hingga minggu ke-3. Kurva produksi susu ternak kambing cenderung meningkat hingga minggu keempat dan bervariasi pada

minggu kedelapan setelah beranak (Deleval 2008). Perlakuan kontrol mengalami penurunan dari minggu ke-1 hingga minggu ke-3 (Gambar 3). Produksi susu harian perlakuan nanokalsium (N) selama 3 minggu pengamatan 6.76% lebih tinggi dari perlakuan kontrol (K) dan memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($P < 0.05$). Nanokalsium merupakan kalsium hasil milling pada kecepatan 1000 rpm yang mengalami gesekan antar partikel bersifat *amorf* dan reaktif terhadap partikel lain serta oksidatif, sehingga terjadi peningkatan penyerapan di ambing dan dampak terhadap peningkatan produksi susu. Hormon yang berfungsi dalam proses ekskresi susu adalah hormon *oxytocin*. Zat makanan dan komponen kimia darah merupakan prekursor sintesis susu (Deleval 2008). Sekresi susu terjadi karena adanya tekanan dalam alveoli dan lumen akibat dari penimbunan susu dan dialirkan ke duktus, puting, dan sistem kelemjar. Penurunan sekresi terjadi saat tekanan mencapai level tertentu dan berhenti dan darah menyerap kembali dari alveoli dan duktus (Schmidt 1971). Aktivitas hormon dan enzim dipengaruhi oleh ketersediaan mineral dan vitamin yang terlibat dalam proses sintesis susu. Terdapat lima faktor yang mempengaruhi proses laktasi pada ternak yaitu fisiologi, endokrinologi, biokimia (metabolisme zat makanan), psikologi (stres), dan nutrisi (asupan gizi yang berasal dari pakan) (Akers 2002; Deleval 2008).



Gambar 3 Kurva produksi susu kambing PE selama penelitian. K: —◆— N: —■—

Kedua perlakuan tidak terdapat perbedaan dari faktor fisiologi yang meliputi frekuensi dan lama pemerahan. Frekuensi dan lama pemerahan akan mempengaruhi produksi susu (Akers 2002). Produksi susu dengan selang pemerahan 12:8 jam memiliki nilai produksi paling tinggi dibandingkan dengan selang pemerahan 12:12 dan 24:0 (Budi 2002). Interaksi kelima faktor tersebut akan mempengaruhi kuantitas dan kualitas susu yang dihasilkan ternak. Selain kelima faktor tersebut, produksi susu juga dipengaruhi oleh genetik (spesies, bangsa, individu), masa laktasi, kesehatan ternak, lingkungan (iklim), selang beranak, dan masa kering (Walstra *et al.* 1999; Sudono *et al.* 2003).

Kualitas Susu

Kualitas susu merupakan gambaran konsentrasi nutrisi susu. Susu merupakan cairan yang diekskresikan melalui darah dengan komposisi susu yang berasal dari pakan yang dikonsumsi. Beberapa indikator komposisi antara lain adalah air, lemak susu, laktosa, protein, mineral, dan vitamin. Hasil pengukuran kualitas susu pada kambing Peranakan Etawah laktasi disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil analisis kualitas susu kambing

Peubah	K	N	Penelitian lain
Lemak(%)	5.38 ± 1.33	5.38 ± 2.58	4.25 ± 1.44 ¹
Protein (%)	5.28 ± 0.43	5.44 ± 0.31	4.20 ± 0.78 ²
Laktosa (%)	3.61 ± 0.21	3.74 ± 0.21	4.53 ± 0.12 ²
Garam (%)	0.89 ± 0.06	0.92 ± 0.04	
Berat jenis (g mL ⁻¹)	1.03 ± 0.00	1.03 ± 0.00	1.03 ± 0.00 ¹
BKTL(%)	8.89 ± 0.63	9.18 ± 0.38	9.26 ± 0.16 ³
BK(%)	14.27 ± 1.90	14.56 ± 2.72	14.33 ± 1.76 ¹

K: kontrol, N:nano; ¹(Novita *et al.* 2006) ²(Rumetor 2008) ³(Budi 2002); BKTL: bahan kering tanpa lemak, BK: bahan kering

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian pakan perlakuan K dan N tidak memiliki pengaruh yang berbeda nyata setelah dilakukan uji T. Beberapa komponen susu seperti lemak dan protein susu memiliki kadar yang lebih tinggi dibandingkan dengan kadar komponen susu pada penelitian Novita *et al.* (2006) dan Rumetor (2008). Laktosa susu pada penelitian lebih rendah dibandingkan dengan pada Rumetor (2008). Kualitas ransum yang rendah menghasilkan komposisi yang rendah pula (Min *et al.* 2005). Kadar lemak susu dipengaruhi oleh konsentrasi asam asetat dalam rumen yang merupakan prekursor pembentukan lemak susu. Semakin tinggi konsentrasi asetat dalam rumen, maka kadar lemak susu meningkat. Kadar lemak susu merupakan faktor penentu dari harga jual susu. Pemberian hijauan dalam jumlah banyak mempengaruhi kadar lemak susu. Sintesis protein susu dipengaruhi oleh Vitamin A yang berasal dari beta karoten pakan (Marwah *et al.* 2010). Mineral dan vitamin susu dalam pengukuran komposisi susu menggunakan *milkotester* dilihat dari kadar garam susu. Kadar garam susu pada perlakuan nano menunjukkan nilai yang lebih tinggi sebanyak 3.4%.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Pemberian nanokalsium pada ransum kambing Peranakan Etawah fase laktasi belum memberikan pengaruh yang berbeda terhadap konsumsi nutrisi, kondisi fisiologis, kalsium darah, kalsium susu, dan kualitas susu. Produksi susu meningkat 6.76% dengan pemberian nanokalsium 0.13%.

Saran

Perlu dilakukan pengamatan tingkat pemberian nanokalsium pada kambing laktasi terhadap kasus kejadian *milk fever* dan pengeroposan tulang.

DAFTAR PUSTAKA

- Akers RM. 2002. *Lactation and The Mamary Gland*. Iowa(US): Iowa State Pr.
- Almatsier, Sunita. 2004. Prinsip dasar ilmu gizi. Jakarta(ID): Gramedia Pustaka Utama.
- Amin BS dan Hariyanti P. 2012. Pengaruh kecepatan *milling* terhadap perubahan struktur mikro komposit Mg/Al₃Ti. *J Teknik ITS*. 1(1): 113-116.
- Atabany A. 2003. Produktivitas Peranakan Etawah dan Saanen. *Forum Pascasarjana*. 26(3):189-202.
- Aulyani TL. 2013. Pemberian kalsium nano Ca₃(PO₄)₂ terhadap efektivitas penyerapan kalsium tulang hewan model tikus putih *Rattus novvergicus*. [Skripsi]. Bogor(ID): Institut Pertanian Bogor.
- Aziz MA. 2010. Present status of the world goat populations and their productivity. *Lohmann Information*. 45 (2): 42 – 52.
- [BALITNAK]Balai Penelitian Ternak. 2004. Kambing Peranakan Etawah: Kambing Indonesia. [diunduh 2014 Mei 14]. Tersedia pada: <http://peternakan.litbang.deptan.go.id>.
- Budi U. 2002. Pengaruh interval pemerahan terhadap produksi susu dan aktivitas seksual setelah beranak pada kambing Peranakan Etawah. [tesis]. Bogor(ID): Institut Pertanian Bogor.
- Dahlan K, Sari YW, Yuniarti E, dan Soejoko DS. 2006. Karakterisasi gugus fosfat dan karbonat dalam tulang tikus dengan *fourier transform infrared(FT-IR) spectroscopy*. *JUSAMI*. Edisi Khusus Oktober 2006: 221–224.
- Deleval. 2008. Milking technology. Di dalam: Rumetor SD. 2008. Suplementasi daun bangun-bangun(*Coleus amboinicus* Lour) dan zinc-vit E dalam ransum untuk memperbaiki metabolisme rumen dan produksi susu kambing Peranakan Etawah. [disertasi]. Bogor(ID): Institut Pertanian Bogor.
- [DEPTAN]Departemen Pertanian. 2013. Populasi Kambing di Jawa Barat. Jakarta(ID): Departemen Pertanian.
- Despal *et al.* 2007. *Pengantar Ilmu Nutrisi*. Bogor(ID): Departmen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan.
- [DITJENNAK]Direktorat Jenderal Peternakan. 2013. Populasi dan produksi peternakan di Indonesia 2012 – 2013*. Jakarta(ID): Direktorat Jenderal Peternakan.
- Franson RD. 1992. *Anatomi dan Fisiologi Ternak* edisi ke-4 Terjemahan: B. Srigandono dan Koen Praseno. Yogyakarta(ID): UGM Pr.
- Ganong, William F. 2008. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*. Jakarta(ID): EGC
- Girindra A. 1988. *Biokomia Patologi Hewan*. Bogor(ID): Pusat Antar Universitas Institut Pertanian Bogor.
- Greiner R. 2009. Current and projected applications of nanotechnology in the food sector. *J Brazillian Soc Food Nutr*. 34 (1): 243-260.
- Haenlein GFW. 2002. Di dalam: Rumteter SD. 2008. Suplementasi daun bangun-bangun(*Coleus amboinicus* Lour) dan zinc-vit E dalam ransum untuk memperbaiki metabolisme rumen dan produksi susu kambing Peranakan Etawah. [disertasi]. Bogor(ID): Institut Pertanian Bogor.

- Kent S. 2009. Investigation of femtosecond laser technology for the fabrication of drug nanocrystal in suspension [tesis]. Quebec (CA): Université de Montréal.
- Lejaouen JC dan Toussaint G. 1993. Le lait de chevre en Europe. *Lait* 73: 407-415.
- Marwah MP, Suranindyah YY, dan Murti TW. 2010. Produksi dan komposisi susu kambing peranakan etawah yang diberi suplemen daun katuk (*Sauropus androgynus (L.) Merr*) pada awal masa laktasi. *Bul Pet* 34(2): 94-102
- McDonald P, RA Edwards, JFD Greenhalgh dan C A Morgan. 2002. *Animal Nutrition*. Ed 6th. Gosport(GB): Ashford Color Pr.
- Min BR, Hart SP, Sahlu T, Satter LD. 2005. The effect of diets on milk production and composition, and on lactation curves in pastured dairy goats. *J Dairy Sci* 88: 2604-2615.
- [NRC] National Research Council. 2006. *Nutrient Requirement of Small Ruminants Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids*. Washington DC(US): National Academics Pr.
- Novita CI, Sudono A, Utama IK, Toharmat T. 2006. Produktivitas Peranakan Etawah yang diberi ransum berbasis jerami padi fermentasi. *Med Pet* 29 (2): 96 – 106
- Patel G. 2007. *Metabolism*. Ohio(US): The Ohio State University.
- Piliang WG. 2000. *Nutrisi Mineral*. Bogor(ID): Institut Pertanian Bogor.
- Piliang WG dan Soewondo DAH. 2006. *Fisiologi Nutrisi Volume II*. Edisi Revisi Januari 2006. Bogor(ID): IPB Pr.
- Rosadi F. 2013. Profil darah kambing Peranakan Etawah laktasi yang mendapat ransum dengan berbagai level *indigofera* berbentuk pellet. [skripsi]. Bogor(ID) : Institut Pertanian Bogor.
- Rumetor SD. 2008. Suplementasi daun bangun-bangun (*Coleus amboinicus* Lour) dan zinc-vit E dalam ransum untuk memperbaiki metabolisme rumen dan produksi susu kambing Peranakan Etawah. [disertasi]. Bogor(ID): Institut Pertanian Bogor.
- Sarwono B. 2011. *Beternak Kambing Unggul*. Depok(ID): Penebar Swadaya.
- Scmidt GH. 1971. *Biology of Lactation*. San Fransisco(US): Freeman and Company.
- Soeharsono. 2010. *Fisiologi Ternak: Fenomena dan Nomena Dasar, Fungsi dan Interaksi Organ pada Hewan*. Bandung(ID): Widya Padjajaran.
- Srimulyati A. 2006. Profil kadar kalsium darah selama periode kebuntingan sampai awal laktasi dan kadar Zn susu kambing Peranakan Etawah yang diberi suplementasi Zn. [skripsi]. Bogor(ID): Institut Pertanian Bogor.
- Supriasa IDN, Bakri B, Fajar I. 2002. *Penilaian Status Gizi*. Jakarta(ID): EGC.
- Surya Y. 2003. Teknologi si mungil. [dunduh 2014 September 14]. Tersedia pada: http://www.yohanessurya.com/download/penulis/Teknologi_37.pdf
- Utama, I Ketut. 1997. *Kambing Peranakan Etawah, Kambing Perah Indonesia*. Bogor(ID): Balai Penelitian Ternak Ciawi.
- Tillman, A. D., H. Hartadi, S. Reksohadiprodjo, S. Prawiro Kusuma, dan S. Lebosoekoekojo. 1998. *Ilmu Makanan Ternak Dasar*. Yogyakarta(ID): UGM Pr.



- Walstra P *et al.* 1999. Dairy Technology. Di dalam: Rumetor SD. 2008. Suplementasi daun bangun-bangun(*Coleus amboinicus Lour*) dan zinc-vit E dalam ransum untuk memperbaiki metabolisme rumen dan produksi susu kambing Peranakan Etawah. [disertasi]. Bogor(ID): Institut Pertanian Bogor.
- Yafizham CE. 2006. Gambaran kalsium darah pada periode kebuntingan dan kandungan kalsium dalam susu pada kambing Peranakan Etawah. [Skripsi]. Bogor(ID): Institut Pertanian Bogor.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 1 Hasil T-test denyut jantung pagi

	N	Rataan	SD	Sig
K	5	88.90	19.35	0.03
N	5	86.40	14.74	

K: perlakuan pakan basal + kalsium non nano N: perlakuan pakan basal + kalsium nano N: jumlah sampel SD: standar deviasi Sig: signifikansi (p<0.05)

Lampiran 2 Hasil T-test respirasi pagi

	N	Rataan	SD	Sig
K	5	46.70	13.38	0.73
N	5	39.90	10.12	

K: perlakuan pakan basal + kalsium non nano N: perlakuan pakan basal + kalsium nano N: jumlah sampel SD: standar deviasi Sig: signifikansi (p<0.05)

Lampiran 3 Hasil T-test suhu rektal pagi

	N	Rataan	SD	Sig
K	5	38.84	0.05	0.82
N	5	38.83	0.13	

K: perlakuan pakan basal + kalsium non nano N: perlakuan pakan basal + kalsium nano N: jumlah sampel SD: standar deviasi Sig: signifikansi (p<0.05)

Lampiran 4 Hasil T-test denyut jantung siang

	N	Rataan	SD	Sig
K	5	87.60	12.16	0.24
N	5	97.05	11.17	

K: perlakuan pakan basal + kalsium non nano N: perlakuan pakan basal + kalsium nano N: jumlah sampel SD: standar deviasi Sig: signifikansi (p<0.05)

Lampiran 5 Hasil T-test respirasi siang

	N	Rataan	SD	Sig
K	5	48.80	13.44	0.95
N	5	49.30	10.54	

K: perlakuan pakan basal + kalsium non nano N: perlakuan pakan basal + kalsium nano N: jumlah sampel SD: standar deviasi Sig: signifikansi (p<0.05)

Lampiran 6 Hasil T-test suhu rektal siang

	N	Rataan	SD	Sig
K	5	38.78	0.16	0.15
N	5	38.96	0.19	

K: perlakuan pakan basal + kalsium non nano N: perlakuan pakan basal + kalsium nano N: jumlah sampel SD: standar deviasi Sig: signifikansi (p<0.05)

Lampiran 7 Hasil T-test denyut jantung kontrol

	N	Rataan	SD	Sig
Pagi	5	88.90	19.35	0.90
Siang	5	87.60	12.16	

K: perlakuan pakan basal + kalsium non nano N: perlakuan pakan basal + kalsium nano N: jumlah sampel SD: standar deviasi Sig: signifikansi (p<0.05)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak Cipta Dilindungi IPB (Institut Pertanian Bogor) Bogor Agricultural University

Lampiran 8 Hasil T-test denyut jantung nano

	N	Rataan	SD	Sig
K	5	86.40	14.74	0.23
N	5	97.05	11.17	

K: perlakuan pakan basal + kalsium non nano N: perlakuan pakan basal + kalsium nano N: jumlah sampel SD: standar deviasi Sig: signifikansi ($p < 0.05$)

Lampiran 9 Hasil T-test respirasi kontrol

	N	Rataan	SD	Sig
Pagi	5	46.70	13.38	0.81
Siang	5	48.80	13.44	

K: perlakuan pakan basal + kalsium non nano N: perlakuan pakan basal + kalsium nano N: jumlah sampel SD: standar deviasi Sig: signifikansi ($p < 0.05$)

Lampiran 10 Hasil T-test respirasi nano

	N	Rataan	SD	Sig
Pagi	5	39.90	10.12	0.19
Siang	5	49.30	10.54	

K: perlakuan pakan basal + kalsium non nano N: perlakuan pakan basal + kalsium nano N: jumlah sampel SD: standar deviasi Sig: signifikansi ($p < 0.05$)

Lampiran 11 Hasil T-test suhu rektal kontrol

	N	Rataan	SD	Sig
Pagi	5	38.84	0.05	0.47
Siang	5	38.78	0.16	

K: perlakuan pakan basal + kalsium non nano N: perlakuan pakan basal + kalsium nano N: jumlah sampel SD: standar deviasi Sig: signifikansi ($p < 0.05$)

Lampiran 12 Hasil T-test suhu rektal nano

	N	Rataan	SD	Sig
Pagi	5	38.83	0.13	0.24
Siang	5	38.96	0.19	

K: perlakuan pakan basal + kalsium non nano N: perlakuan pakan basal + kalsium nano N: jumlah sampel SD: standar deviasi Sig: signifikansi ($p < 0.05$)

Lampiran 13 Hasil T-test konsumsi BK ransum

	N	Rataan	SD	Sig
K	5	1973.90	135.29	0.83
N	5	1982.28	143.45	

K: perlakuan pakan basal + kalsium non nano N: perlakuan pakan basal + kalsium nano N: jumlah sampel SD: standar deviasi Sig: signifikansi ($p < 0.05$)

Lampiran 14 Hasil T-test konsumsi PK ransum

	N	Rataan	SD	Sig
K	5	606.17	41.56	0.83
N	5	608.74	44.05	

K: perlakuan pakan basal + kalsium non nano N: perlakuan pakan basal + kalsium nano N: jumlah sampel SD: standar deviasi Sig: signifikansi ($p < 0.05$)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Bogor Agricultural University

Lampiran 15 Hasil T-test konsumsi TDN

	N	Rataan	SD	Sig
K	5	1492.06	102.29	0.83
N	5	1498.36	108.43	

K: perlakuan pakan basal + kalsium non nano N: perlakuan pakan basal + kalsium nano N: jumlah sampel SD: standar deviasi Sig: signifikansi ($p < 0.05$)

Lampiran 16 Hasil T-test konsumsi Ca ransum

	N	Rataan	SD	Sig
K	5	24.36	1.67	0.84
N	5	24.46	1.77	

K: perlakuan pakan basal + kalsium non nano N: perlakuan pakan basal + kalsium nano N: jumlah sampel SD: standar deviasi Sig: signifikansi ($p < 0.05$)

Lampiran 17 Hasil T-test konsumsi P ransum

	N	Rataan	SD	Sig
K	5	9.52	0.65	0.84
N	5	9.56	0.69	

K: perlakuan pakan basal + kalsium non nano N: perlakuan pakan basal + kalsium nano N: jumlah sampel SD: standar deviasi Sig: signifikansi ($p < 0.05$)

Lampiran 18 Hasil T-test kadar kalsium darah

	N	Rataan	SD	Sig
K	5	12.75	0.41	0.15
N	5	13.19	1.19	

K: perlakuan pakan basal + kalsium non nano N: perlakuan pakan basal + kalsium nano N: jumlah sampel SD: standar deviasi Sig: signifikansi ($p < 0.05$)

Lampiran 19 Hasil T-test kadar kalsium susu per 100 g

	N	Rataan	SD	Sig
K	5	107.94	27.22	0.58
N	5	80.35	34.85	

K: perlakuan pakan basal + kalsium non nano N: perlakuan pakan basal + kalsium nano N: jumlah sampel SD: standar deviasi Sig: signifikansi ($p < 0.05$)

Lampiran 20 Hasil T-test produksi susu kambing Peranakan Etawah

	N	Rataan	SD	Sig
K	3	872.07	7.59	0.016
N	3	931.02	24.37	

K: perlakuan pakan basal + kalsium non nano N: perlakuan pakan basal + kalsium nano N: jumlah sampel SD: standar deviasi Sig: signifikansi ($p < 0.05$)

Lampiran 21 Hasil T-test kadar lemak susu

	N	Rataan	SD	Sig
K	5	5.38	1.33	0.12
N	5	5.38	2.58	

K: perlakuan pakan basal + kalsium non nano N: perlakuan pakan basal + kalsium nano N: jumlah sampel SD: standar deviasi Sig: signifikansi ($p < 0.05$)

Lampiran 22 Hasil T-test kadar protein susu

	N	Rataan	SD	Sig
K	5	5.28	0.43	0.73
N	5	5.44	0.31	

K: perlakuan pakan basal + kalsium non nano N: perlakuan pakan basal + kalsium nano N: jumlah sampel SD: standar deviasi Sig: signifikansi ($p < 0.05$)

Lampiran 23 Hasil T-test kadar laktosa susu

	N	Rataan	SD	Sig
K	5	3.61	0.21	0.59
N	5	3.74	0.21	

K: perlakuan pakan basal + kalsium non nano N: perlakuan pakan basal + kalsium nano N: jumlah sampel SD: standar deviasi Sig: signifikansi ($p < 0.05$)

Lampiran 24 Hasil T-test berat jenis susu

	N	Rataan	SD	Sig
K	5	1.03	0.00	0.68
N	5	1.03	0.00	

K: perlakuan pakan basal + kalsium non nano N: perlakuan pakan basal + kalsium nano N: jumlah sampel SD: standar deviasi Sig: signifikansi ($p < 0.05$)

Lampiran 25 hasil T-test BKTL susu

	N	Rataan	SD	Sig
K	5	8.88	0.63	0.41
N	5	9.18	0.38	

K: perlakuan pakan basal + kalsium non nano N: perlakuan pakan basal + kalsium nano N: jumlah sampel SD: standar deviasi Sig: signifikansi ($p < 0.05$)

Lampiran 26 hasil T-test BK susu

	N	Rataan	SD	Sig
K	5	14.27	1.90	0.86
N	5	14.56	2.72	

K: perlakuan pakan basal + kalsium non nano N: perlakuan pakan basal + kalsium nano N: jumlah sampel SD: standar deviasi Sig: signifikansi ($p < 0.05$)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kabupaten Magelang pada 18 Juni 1992. Penulis merupakan putri pertama dari dua bersaudara pasangan Bapak Akhmad Yusuf dan Ibu Aisyah. Pendidikan dasar penulis diselesaikan pada tahun 2004 di SD Ar-Risalah Kota Kediri, pendidikan menengah pertama diselesaikan pada tahun 2007 di SMP Ar-Risalah Kota Kediri dan pendidikan menengah atas diselesaikan pada tahun 2010 di SMA Darul Ulum 2 Unggalan BPPT RSBI Kabupaten Jombang. Penulis diterima di IPB sebagai mahasiswa departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan (INTP) pada tahun 2010 melalui jalur Seleksi Masuk Nasional Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Penulis aktif di Himpunan Profesi Mahasiswa Nutrisi dan Makanan Ternak (HIMASITER) pada tahun 2011-2013 sebagai anggota biro IT. Penulis aktif pada beberapa kepanitiaan diantaranya *Feed Formulation Training* (FFT) sebagai ketua dan anggota divisi humas pada tahun 2012 dan 2013, Bakti Himasiter sebagai sekretaris pada tahun 2012 dan 2013, Dekan *Cup* pada tahun 2012, Pekan Nutrisi sebagai ketua divisi humas pada tahun 2013. Penulis berkesempatan mengikuti program IPB *Goes to Field* (IGTF) pada tahun 2013 di Bondowoso, Jawa Timur. Penulis berkesempatan melaksanakan kegiatan Program Kreatifitas Mahasiswa Pengabdian Masyarakat (PKM-M) pada tahun 2013 sebagai anggota.



UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Prof Dr Ir Dewi Apri Astuti, MS selaku pembimbing akademik dan pembimbing utama, Teguh Yuliadi SSi MSi selaku pembimbing anggota, atas bimbingan, arahan, dan masukan selama penelitian hingga akhir penulisan. Terima kasih kepada Bapak Teguh Yuliadi atas bantuan dana yang diberikan pada penelitian ini. Terima kasih kepada Ir Anita S. Tjakradidjaja, MRurSc selaku dosen pembahas seminar hasil penelitian pada 8 Juli 2014, Dr Ir Widya Hermana, MSi selaku panitia seminar, Dr Ir Asep Sudarman, MRurSc dan Dr Ir Afton Atabany, MSi selaku dosen penguji sidang serta Dilla Mareistia Fassah, SPt MSc selaku panitia sidang pada 17 November 2014 atas koreksi dan saran dalam penyusunan skripsi.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada ayah dan ibu, adik Akhliis, Gunawan dan keluarga atas doa, dukungan dan kasih sayang sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada staf kandang A (Pak Edi dan Pak Asep), Bapak Ir Kukuh Budi Satoto atas izin dan bantuan selama penelitian, sahabat terdekat (Khuluq, Siska, Nurul, Nely, Fia), dan tim penelitian (Kak Uzi, Cici, Ajeng, Jundi), teman-teman Wisma Edelweis serta keluarga besar INTP 47.