

Penambahan Seng pada Pakan Padat Gizi Mengandung Minyak Lemuru untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Berat Lahir Sapi Bali

(The Addition of Zinc in Nutritive Rich Feed Containing Lemuru Oil to Growth and Birth Weight of Bali Cattle)

E Hartati*, NGF Katipana dan A Saleh

Fakultas Peternakan, Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak, Universitas Nusa Cendana, Kupang
Jl. Adisucipto, Penfui, Kupang 85001, Fax (0380) 826028
*Penulis korespondensi email : e.hartati@yahoo.com

Abstract. An experiment was conducted to examine the addition of zinc in nutritive rich feed contained lemuru oil to growth and birth weight of Bali cattle. The experiment design used was randomized complete block design. The animal were randomly assigned into four group of treatments, i. e addition of 0, 75, 150 and 225 mg ZnSO₄ kg⁻¹ on nutritive rich feed (NRF) containing lemuru oil. The basal diet consist dried grass while NRF consisted of palm sugar, leucaena and glirisidia leaf meal, rice bran fermentation, fish meal, lemuru oil and urea. The crude protein content of NRF was 23%, while total digestible nutrient (TDN) was 70%. Addition ZnSO₄ in the diet did not increase significantly zinc status, prostaglandin E₂ (PGE₂) concentration and ME retention. However, level of ZnSO₄ addition increase significantly (P<0.01) zinc absorption, N retention, growth and birth weight of Bali Cattle (P<0.01). The fastest of growth was achieved at level of ZnSO₄ addition of 150 mg ZnSO₄.kg⁻¹ NRF.

Key Words: Bali cattle, PGE₂, zinc absorption, growth

Pendahuluan

Sapi Bali yang merupakan bangsa sapi asli Indonesia adalah salah satu komoditi andalan di Nusa Tenggara Timur (NTT), karena sangat adaptif terhadap kondisi lingkungan setempat dan pakan berkualitas rendah (Katipana dan Hartati, 2005). Di samping itu sapi Bali dalam beberapa aspek memiliki produktivitas tinggi ditandai dengan tingkat kesuburan tinggi, tingkat kematian rendah dan presentase karkas tinggi (Talib dan Siregar, 2004; Katipana dan Hartati, 2005). Namun dalam beberapa tahun terakhir sapi Bali di NTT menunjukkan produktivitas yang rendah, ditandai dengan tingkat kelahiran rendah, berat lahir rendah dan mortalitas tinggi terutama pada pedet. Kondisi ini disebabkan karena rendahnya gizi induk saat bunting, sehingga produksi air susu dan tingkat kekebalan tubuh anak rendah (Fattah, 1998; Jelantik, 2001). Permasalahan yang dihadapi dalam peternakan sapi Bali adalah kekurangan pakan pada musim kemarau yang berlangsung selama 8-9 bulan yang berdampak terhadap penurunan produktivitas ternak. Beberapa

tahun terakhir populasi sapi Bali di NTT mengalami penurunan yaitu dari populasi 700.000 – 800.000 ekor pada tahun 1998 menjadi 550.000 ekor pada tahun 2006 (Disnak Propinsi NTT, 2007). Hal tersebut disebabkan oleh tingginya mortalitas pedet yaitu rata-rata untuk wilayah Timor Barat antara 11.06-23.27% (Jelantik, *et al.*, 2008). Thalib dan Siregar (2004) melaporkan terjadi keragaman pertumbuhan sapi Bali mulai dari berat lahir sampai dewasa. Rata-rata berat lahir sapi di NTT 10.5-15 kg yaitu jauh lebih rendah dibanding berat lahir sapi di Bali yang berdampak pada pertumbuhan sapi dewasa. Hal tersebut terjadi akibat stress nutrisi yang berkepanjangan dengan kualitas rendah, dan pernyataan ini didukung oleh Leng (1995) bahwa pertumbuhan sapi selain disebabkan oleh penyakit, kondisi iklim yang mencekam ternak maupun tanaman pakan, juga dipengaruhi oleh kandungan protein pakan.

Umumnya pakan ternak ruminansia khususnya sapi Bali di NTT pada musim kemarau adalah rumput kering yang kualitasnya

sangat rendah. Kualitas rumput di padang penggembalaan pada musim kemarau sangat menurun ditandai dengan kandungan protein kasar 2-3% dengan kandungan serat kasar yang tinggi mencapai 30-40%, dan kandungan dinding sel meningkat menjadi 85% (Bamualim, 1998). Hal tersebut menyebabkan rendahnya palatabilitas dan nilai pencernaan rumput yaitu sebesar 42% (Jelantik, 2001). Akibatnya rumput kering tidak dapat mensuplai zat-zat gizi khususnya protein dan energi untuk pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme rumen. Akibatnya pasokan zat-zat gizi bagi ternak berkurang, karena menurut McDonald *et al.* (1988) dua pertiga dari kebutuhan zat-zat gizi ternak berasal dari mikroorganisme rumen. Oleh karena itu diperlukan upaya untuk memaksimalkan pasokan nutrisi sebagai prekursor yang penting untuk sintesis mikroorganisme rumen. Disamping itu penambahan nutrisi bagi induk semangnya baik yang berupa lemak dan mineral untuk memenuhi kebutuhan metabolismenya.

Kandungan seng hijauan di Indonesia umumnya rendah yaitu berkisar 20-38 mg.kg⁻¹ bahan kering (Little, 1986), lebih rendah dari standar yang dibutuhkan yaitu 40-50 mg.kg⁻¹ bahan kering (NRC, 1988) Defisiensi seng dapat menyebabkan parakeratosis jaringan usus yang akibatnya sama dengan defisiensi asam lemak yang dapat mengganggu peran seng dalam metabolisme mikroorganisme rumen, mengingat kebutuhan seng bagi mikroorganisme cukup tinggi karena pada mikroba rumen ditemukan seng antara 130-220 mg. kg⁻¹ BK mikroba (Hungate, 1966). Disamping itu defisiensi seng juga dapat mengganggu aktivitas enzim karboksi peptidase dan alkalin fosfatase yang masing-masing berperan pada sintesis protein, proses pencernaan protein dan metabolisme energi (Larvor, 1983). Untuk mengatasi gangguan tersebut maka perlu memperbaiki status seng dalam darah melalui peningkatan absorpsi seng yaitu dengan penambahan nutrisi tertentu, seperti ZnSO₄ dan minyak lemuru (*Sardinella lemuru*).

Minyak lemuru sebagai sumber asam lemak tidak jenuh majemuk (*Poly Unsaturated Fatty Acid* = PUFA) mengandung asam arakhidonat cukup tinggi (21,95%). Asam lemak tersebut

dapat digunakan sebagai prekursor prostaglandin E2 (PGE2) yang dominan berperan dalam peningkatan absorpsi seng (Hartati, 2008). Lebih lanjut dinyatakan bahwa kombinasi 1,50% minyak lemuru per kg bahan kering dan 75 mg ZnSO₄.kg⁻¹ bahan kering dalam ransum silase kulit buah kakao memberikan respon yang linear terhadap pertambahan berat badan sapi FH jantan masa pertumbuhan. Penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki status seng, pemanfaatan nutrisi, pertumbuhan dan berat lahir sapi Bali dengan penambahan beberapa level seng pada pakan padat gizi (PPG) yang mengandung minyak lemuru.

Metode Penelitian

Percobaan ini dilakukan selama tiga bulan yaitu dua minggu untuk periode adaptasi dan 10 minggu periode koleksi data. Penelitian menggunakan sapi Bali pada akhir kebuntingan yang sudah pernah beranak dengan rata-rata berat badan 204,37 ± 20,80 kg (KV=15.05%). Ransum basal yang digunakan terdiri dari rumput kering dan pakan padat gizi dengan perbandingan 70:30 %. Pakan padat gizi disusun dari pakan lokal yang tersedia terdiri dari gula lontar, tepung daun lamtoro dan daun gamal, dedak fermentasi, tepung ikan, minyak lemuru, urea dan garam dengan kandungan protein sebesar 23,63 % dan 70% TDN (Tabel 1).

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan yang diuji adalah penambahan ZnSO₄ sebanyak 0, 75, 150, dan 225 mg.kg⁻¹ BK PPG mengandung 1,50% minyak lemuru. Ternak dibagi menjadi 3 kelompok berdasarkan berat badan sebagai ulangan. Rumput kering diberikan 2 kali sehari sesudah pakan padat gizi habis dikonsumsi yaitu jam 8.00 pagi dan jam 13.00 siang *ad libitum*, sedangkan pakan padat gizi mengandung minyak lemuru diberikan 2 kali sehari yaitu jam 07.00 dan jam 12.00. Penambahan seng dilakukan 1 kali sehari yaitu jam 07.00 bersamaan dengan pemberian PPG. Air minum disediakan *ad libitum*.

Sampel darah diambil melalui vena jugularis 3 jam sesudah makan untuk mengetahui kadar seng dalam darah. Parameter yang diukur adalah absorpsi seng, konsentrasi seng dan prostaglandin E2 (PGE2) serum, aktifitas alkalin fosfatase, retensi N dan ME dan penambahan berat badan sapi Bali pada akhir kebuntingan serta berat lahir pedet. Pengukuran absorpsi seng diperoleh dari selisih antara seng dalam pakan dengan seng dalam feses. Konsentrasi seng dalam pakan, feses dan darah ditentukan menggunakan AAS. Konsentrasi PGE2 serum menggunakan kit Amersham's PGE2 assay system Nomor Kode RPA 530 dengan tracer ¹²⁵I dan aktivitas alkalin fosfatase menggunakan petunjuk Sigma Diagnostics kit No 104 yang dilampirkan bersama kit alkalin fosfatase. Pengukuran retensi N diperoleh dari selisih N yang dikonsumsi dan N dalam feses dan urin, dan ME dari selisih ME yang dikonsumsi dan ME dalam feses. Penimbangan berat badan dilakukan setiap 2 minggu sekali dan dilakukan sebanyak 5 kali

penimbangan dan penimbanganm berat lahir dilakukan sesudah anak yang baru lahir dibersihkan. Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji Duncan.

Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan mineral seng pada PPG mengandung 1,50% minyak lemuru tidak berpengaruh terhadap konsumsi bahan kering, akan tetapi berpengaruh sangat signifikan terhadap peningkatan konsumsi seng ($P < 0,01$) yang disebabkan oleh penambahan level seng yang berbeda kedalam ransum (Tabel 2). Tidak adanya perubahan konsumsi bahan kering disebabkan karena penambahan seng sampai level 225 mg kg^{-1} BK PPG mengandung 1,50% minyak lemuru belum mengganggu pencernaan serat atau fermentasi dalam rumen (Hartati *et al.*, 2008).

Tabel 1. Komposisi Formula Pakan Padat Gizi (PPG)

Jenis Bahan Pakan	Komposisi Formula (%)	Kandungan Potein Kasar (%)	Kandungan TDN (%)	Jumlah Protein (%)	Jumlah TDN (%)
Gula lontar	30	2,69	72,70	0,81	21,81
Daun lamtoro	24	25,00	77,00	6,24	18,48
Daun gamal	17	27,50	76,00	4,68	12,92
Dedak fermentasi	15	19,79	67,90	2,97	10,19
Tepung ikan	10	61,20	69,00	6,12	6,90
Urea	1	281,25	-	2,81	-
Minyak lemuru	1,50	-	-	-	-
Garam	1,50	-	-	-	-
Total	100			23,63	70,30

Hasil Analisis Lab Kimia Pakan dan perhitungan
TDN: Total Digestibel Nutrien

Tabel 2 . Rataan konsumsi BK, status seng, konsentrasi PGE2 dan aktivitas alkalin fosfatase

Parameter	Perlakuan			
	R ₀	R ₁	R ₂	R ₃
Konsumsi BK (kg. hr^{-1})	5,14 ± 0,21 ^a	4,83±0,38 ^a	5,24± 0,44 ^a	5,25±0,13 ^a
Kandungan seng (mg.kg^{-1})	8,65 ^a	83,65 ^b	158,65 ^c	233,65 ^d
Konsumsi seng (mg.hr^{-1})	52,71± 0,95 ^a	198,24±1,68 ^b	348,94± 1,95 ^c	497,87±0,59 ^d
PGE2 (pg.ml^{-1})	218,77±69,57 ^a	226,97±43,48 ^a	238,77±43,60 ^a	248,23±62,71 ^a
Absorpsi seng (mg.kg^{-1})	38,17± 1,81 ^a	185,31± 2,70 ^b	334,92± 0,64 ^c	482,96±3,23 ^d
Konsentrasi seng serum (ppm)	3,02± 0,70 ^a	2,73± 0,60 ^a	2,22± 0,63 ^a	2,25±0,42 ^a
Aktivitas Alkalin Fosfatase (lu.L^{-1})	70,67± 9,87 ^a	105,33±35,84 ^a	90,67±23,07 ^a	78,00±11,00a

Superscrip berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan

R₀-R₃ = pemberian rumput kering dan pakan padat gizi mengandung 1.5% minyak Lemuru

dengan penambahan level seng berturut-turut sebesar 0, 75, 150, 225 $\text{mg ZnSO}_4.\text{kg}^{-1}$ bahan kering

PPG = Pakan Padat Gizi; BK = Bahan kering

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa perlakuan tidak berpengaruh terhadap perubahan konsentrasi PGE2 dengan nilai rata-rata berkisar antara $218,77 \pm 69,57$ – $248,23 \pm 62,71$ pq/ml (Tabel 2). Tidak terjadinya peningkatan konsentrasi PGE2 dapat dipahami karena kandungan minyak lemuru di dalam bahan kering PPG untuk semua perlakuan sama yaitu 1,50% sesuai saran Hartati (1998), sehingga kandungan asam arakhidonat sebagai prekursor pembentukan PGE2 relatif sama. Pernyataan ini mendukung pernyataan Hartati (2008) bahwa suplementasi minyak lemuru ada hubungan dengan konsentrasi PGE2 dan selanjutnya berpengaruh terhadap absorpsi seng dengan laju absorpsi seng tertinggi pada level suplementasi minyak lemuru 1,50%.

Penambahan seng pada sapi Bali periode akhir kebuntingan yang mengkonsumsi PPG mengandung 1,50% minyak lemuru berpengaruh sangat signifikan terhadap peningkatan absorpsi seng ($P < 0,01$) (Tabel 2). Hal ini disebabkan karena PPG yang mengandung 1,5% minyak lemuru dengan kandungan arakhidonat yang cukup tinggi (21,97%) digunakan sebagai prekursor PGE2 telah terbukti berperan dalam peningkatan absorpsi seng (Hartati, 2008) dan bahkan Song dan Adham (1979) mempertegas bahwa PGE2 dapat meningkatkan absorpsi seng sampai 54%. Demikian pula Setiawan (1983) menyatakan bahwa PGE2 sangat diperlukan untuk kontraksi otot-otot polos longitudinal seperti di usus dalam kapasitasnya sebagai tempat absorpsi seng dan zat nutrisi lainnya yang diperlukan untuk hidup pokok dan produksi. Disamping itu peningkatan absorpsi seng dipengaruhi oleh konsumsi seng dalam pakan. Pada penelitian ini jelas nampak bahwa absorpsi seng tertinggi pada ternak yang mengkonsumsi PPG mengandung 1,50% minyak lemuru dengan penambahan $225 \text{ mg ZnSO}_4 \text{ kg}^{-1}$ BK PPG (Tabel 2).

Diharapkan peningkatan absorpsi seng dapat meningkatkan aktivitas enzim alkalin fosfatase yang berperan dalam metabolisme energi, dan karboksi peptidase A dan B yang masing-masing berperan dalam pencernaan protein serta absorpsi asam amino. Dengan kata lain dapat meningkatkan pemanfaatan zat-zat nutrisi

tercerna untuk peningkatan penambahan berat badan sapi dan fetus.

Enzim alkalin fosfatase adalah suatu enzim yang aktivitasnya sangat dipengaruhi oleh kandungan lemak dalam ransum selain oleh status mineral seng. Salah satu indikator apakah ternak mengalami defisiensi atau kelebihan seng dapat dilihat dari konsentrasi seng dalam serum. Schlegel dan Windisch (2006) menyatakan bahwa apabila kandungan seng plasma, fermur dan seluruh tubuh, dan aktifitas alkalin fosfatase menurun menunjukkan bahwa ternak mengalami defisiensi seng. Akan tetapi, Hartati (2008) menyatakan bahwa aktivitas alkalin fosfatase tertinggi dicapai pada absorpsi seng terendah dan merupakan pertanda baik karena telah terjadi aktivitas alkalin fosfatase dalam komponen sel yang tercermin pada kenaikan penambahan berat badan. Pada Tabel 2 terlihat bahwa penambahan seng pada level 225 kg^{-1} BK PPG mengandung 1,50 % minyak lemuru ada kecenderungan menurunkan konsentrasi seng dalam serum. Kemungkinan hal tersebut sama dengan yang dilaporkan Hartati (2008) bahwa sudah terjadi aktivitas alkalin fosfatase dalam komponen sel sehingga konsentrasi seng dalam serum rendah.

Pada penelitian ini nampak bahwa peningkatan absorpsi seng tidak mempengaruhi terhadap peningkatan aktivitas alkalin fosfatase dalam serum (Tabel 2). Hal ini mempertegas hasil penelitian sebelumnya bahwa peningkatan absorpsi seng tidak menyebabkan peningkatan aktivitas alkaline fosfatase, malah sebaliknya cenderung menurun (Hartati, 2008). Selanjutnya dinyatakan bahwa ini pertanda baik karena sebenarnya aktivitas alkalin fosfatase terjadi di dalam komponen sel yang tercermin pada peningkatan pertumbuhan sapi karena mungkin telah terjadi akumulasi energi yang cukup tinggi dalam komponen tubuh sapi jantan FH. Pada penelitian ini, walaupun tidak signifikan akan tetapi retensi ME cenderung meningkat (Tabel 3).

Walaupun tidak signifikan, akan tetapi peningkatan aktivitas alkalin fosfatase masih dalam kisaran yang dilaporkan oleh peneliti

Tabel 3 . Rataan retensi N dan ME, penambahan berat badan dan berat lahir

Parameter	Perlakuan			
	R ₀	R ₁	R ₂	R ₃
Retensi N (g)	50,10 ±3,70 ^a	54,21±3,28 ^a	61,60±0,70 ^b	58,21±2,56 ^{ab}
Retensi ME (Mcal)	2,21 ±0,29 ^a	2,02±0,50 ^a	2,69±0,71 ^a	2,54±0,23 ^a
Pertambahan berat badan sapi (kg. hari ⁻¹)	0,150±0,15 ^a	0,250±0,50 ^b	0,440±0,07 ^c	0,350±0,03 ^d
Berat lahir (kg)	15,47 ±0,25 ^a	15,67±0,29 ^b	17,00±0,50 ^c	16,23±0,25 ^d

Superscrip berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan

R0-R3 = pemberian rumput kering dan pakan padat gizi mengandung 1,50% minyak Lemuru

dengan penambahan level seng berturut-turut sebesar 0, 75, 150, 225 mg ZnSO₄.kg⁻¹ bahan kering

PPG = Pakan Padat Gizi

sebelumnya menggunakan sapi FH muda yaitu antara 73-153 lu.L⁻¹ (Hartati, 2008).

Kemungkinan hal ini disebabkan oleh perbedaan bangsa ternak yang digunakan, disamping ternak yang digunakan dalam penelitian ini sudah dewasa tubuh. Menurut Girindra (1987) bahwa aktifitas alkalin fosfatase akan menurun cepat dengan semakin bertambahnya umur sampai mencapai dewasa tubuh.

Disamping itu peningkatan absorpsi seng diharapkan dapat meningkatkan aktivitas enzim yang berperan dalam sintesis protein, proses pencernaan, penyerapan dan metabolisme zat-zat makanan yang dapat tercermin pada pertumbuhan dan perbaikan mutu fetus sapi Bali pada akhir kebuntingan. Tidak mustahil pula bahwa perubahan absorpsi seng dapat mengubah aktivitas enzim pencernaan protein, sehingga absorpsi asam amino juga akan terpengaruh yang tercermin pada peningkatan retensi N.

Pada Tabel 3 terlihat bahwa penambahan seng pada pakan padat gizi mengandung 1,50% minyak lemuru pada sapi bunting akhir yang mengkonsumsi rumput kering sangat signifikan meningkatkan retensi N (P<0,01). Peningkatan retensi N tertinggi diperoleh pada penambahan 150 ZnSO₄ kg⁻¹BK PPG mengandung 1,50% minyak lemuru. Peningkatan retensi N tersebut tercermin pada pertambahan berat badan yang sangat signifikan (P<0,01; Tabel 3) dan yang tertinggi yaitu 0,443±0,07 kg diperoleh pada penambahan 150 mg ZnSO₄ kg⁻¹ BK PPG mengandung 1,50% minyak lemuru.

Disamping itu, penambahan 150 mg ZnSO₄.kg⁻¹ BK PPG mengandung 1,50% minyak lemuru tersebut juga diperoleh berat lahir tertinggi yaitu sebesar 17,00±1,50 kg. Berdasarkan peningkatan berat lahir, maka

dapat dinyatakan bahwa penambahan 150 mg ZnSO₄ kg⁻¹ BK PPG mengandung 1,50% minyak lemuru dapat memperbaiki berat fetus. Peningkatan pertambahan berat badan sapi dan fetus tersebut dapat dipahami karena konsumsi zat-zat makanan termasuk konsumsi seng dan pencernaan zat-zat makanan pada level tersebut juga tinggi (Hartati *et al.*, 2008). Sentana (2005) menyatakan bahwa perbaikan status seng memberikan kontribusi terhadap peningkatan berat badan, berat lahir pedet dan berat plasenta. Lebih lanjut dikemukakan bahwa kenaikan berat lahir pedet dan plasenta diperoleh pada sapi yang mendapat tambahan Zn-asetat. Hal tersebut disebabkan karena Zn merupakan metalloenzim, selain mengaktivasi protease, selulase, amilase dan lipase (Church dan Pond, 1988), juga dapat memacu hormon insulin dan glukagon (Granner, 1987) yang terbukti dengan semakin tingginya retensi N, sehingga N yang dapat digunakan ternak juga semakin tinggi.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa: Penambahan seng dalam pakan padat gizi mengandung 1,50% minyak lemuru tidak mempengaruhi konsumsi bahan kering ransum, konsentrasi PGE2 dan seng dalam serum, aktivitas alkalin fosfatase, serta retensi energi, akan tetapi memberikan peningkatan yang sangat berarti terhadap konsumsi seng, absorpsi seng, retensi N serta meningkatkan kenaikan berat induk dan fetus sapi Bali pada akhir kebuntingan dan berat lahir. Berat badan sapi pada akhir kebuntingan dan berat lahir peder tertinggi yang masing-masing 0,443 kg hari⁻¹ dan 17 kg diperoleh pada level penambahan seng 150mg ZnSO₄ kg⁻¹

bahan kering pada pakan padat gizi mengandung 1,50% minyak lemuru.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Proyek Pengkajian dan Penelitian Ilmu Terapan, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional yang telah menyediakan dana. Terima kasih juga disampaikan kepada Ketua Lembaga Penelitian UNDANA, Kepala Balai Diklat Agribisnis Peternakan Kupang, Dekan Fapet UNDANA, Kepala Laboratorium Kimia Makanan Fapet UNDANA serta semua pihak yang membantu penelitian ini atas fasilitas yang diberikan.

Daftar Pustaka

- Bamualim A. 1988. Prinsip-Prinsip Pemberian Makanan Ternak Sapi *dalam* Prinsip dan Metode Penelitian. Kumpulan Materi Kursus Sub Balai Penelitian Ternak Lili, Kupang.
- Church DC. and WG Pond. 1988. Basic Animal Nutrition and Feeding. 3 th Ed. John Wiley & Son, New York.
- Dinas Peternakan Propinsi NTT. 2007. Statistik Peternakan Tahun 2006.
- Fattah S. 1998. Produktivitas Sapi Bali yang dalam Ekosistem Padang Penggembalaan Alam (Kasus di Oenitu, NTT). Disertasi. Pascasarjana, UNPAD, Bandung.
- Girindra A. 1987. Biokimia Patologi Hewan. Institut Pertanian Bogor.
- Granner DKM. 1987. Hormon Pankreas dan Traktus Gastrointestinal. Biokimia Harper (Harper's Review of Biochemistry). Edisi 20 EGC. Penerbit Buku Kedokteran.
- Hartati E. 1998. Suplementasi Minyak Lemuru dan Seng ke dalam Ransum yang Mengandung Silase Pod Kakao dan Urea untuk Memacu Pertumbuhan Sapi Holstein Jantan. Disertasi. Program Pasca Sarjana IPB, Bogor.
- Hartati E. 2008. Efek suplementasi minyak lemuru dan ZnSO₄ pada ransum yang mengandung silase pod kakao dan urea terhadap absorpsi Zn dan pertumbuhan sapi jantan. *Anim Prod.*10: 50-54.
- Hartati E, NGF Katipana dan A Saleh. 2008. Konsumsi dan Kecernaan Zat-zat Makanan pada Sapi Bali Akhir Kebuntingan yang Diberi Pakan Padat Gizi Mengandung Minyak Lemuru dan Seng. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. 11-12 Nov, Bogor.
- Hungate RE. 1966. The Rumen and Its Microbes, 2nd. Ed. Academic Press, New York.
- Jelantik IGN. 2001. Improving Bali Cattle Production Through Protein Supplementation. Ph.D. Thesis. Departement of Animal Science and Animal Health. The Royal Veterinary Universities, Copenhagen.
- Jelantik IG, Copland, R and Mullik, M.L. 2008. Mortality Rate of Bali Cattle (*Bos sondaicus*) Calves in West Timor, Indonesia. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 47:48
- Larvor P. 1983. The Pools of Celluler Nutrients: Mineral. In: Dynamic Biochemistry of Animal Production, P.M. Ed. Elsevier, Amsterdam.
- Leng RA. 1995. Factor Effecting the utilization of Poor Quality Forages by Ruminants Particularly under Tropical Conditions. *Nut Res Rev.* 3:277-303.
- Katipana NGF dan E Hartati. 2005. Budidaya Sapi Bali di Daerah Tropis Iklim Semi Kering. Fapet Undana.
- Little DA. 1986. the Mineral Content of Ruminant Feed and the Potensial for Mineral Supplementation in South-East Asia with Particular Reference to Indonesia. In: R. M. Dixon Ed. Ruminant Feeding Systems utilizing Fibrous Agricultural Residueus, Canberra.
- Mc Donald P, RA Edwards and JFD Greenhalgh. 1988. Animal Nutrition. Essex, Longman Scientific.
- National Research Council (NRC). 1988. Nutrient Requirement of Dairy Cattle. Sixth Revised Ed. National Academy Press, Washington.
- Santana P. 2005. Perbaikan Status Nutrisi pada Sapi Bali Bunting dalam Upaya Meningkatkan Bobot Lahir dan Pertumbuhan Pedet Prasapah sebagai Penghasil Daging Bermutu. Semiloka Peternakan, Kupang.
- Schlegel P and W Windisch. 2006 Bioavailability of Zinc Glycinate in Comparison with Zinc Sulfate in the Presence of Phylate in an Animal Model 65 Zn Labeled Rats. *J. Anim. Physiol Anim Nutr.* 90 : 216.
- Song MK and NF Adham. 1979. Evidence for an Important Role of Prostaglandins E2 and F2 in the Regulation of Zinc Transport in the Rat. *J. Nutr.* 109:2152-2159.
- Talib C dan AR Siregar. 2004. Penyusutan Standar Bibit Sapi Bali di Indonesia (Construction of Balinese Cattle Breeding Standart in Indonesia). *J. Indones Trop Anim Agric*, Special ed. Book 2.