

Kadar Hormon Pertumbuhan Sapi Bali Lebih Rendah di Nusa Penida Daripada Daerah Bali Lainnya

(LEVELS OF GROWTH HORMONE BALI CATTLE
IN NUSA PENIDA LOWER THAN OTHER BALI REGIONS)

Ni Ketut Suwiti¹, I Wayan Masa Tenaya²,
I Nengah Kerta Besung³

¹Lab Histologi Veteriner, ³Lab. Mikrobiologi Veteriner
Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Udayana
Jalan Sudirman Denpasar, Bali
Telpun 0361-223791, Email:nk_suwiti@unud.ac.id
²Lab. Bioteknologi, Balai Besar Veteriner Denpasar.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi kadar hormon pertumbuhan sapi bali yang dipelihara di wilayah pemurnian Nusa Penida dan wilayah lainnya di Provinsi Bali. Sebanyak 320 sampel serum sapi bali betina dewasa dikumpulkan dari peternakan rakyat di Nusa Penida Klungkung, Tabanan, Buleleng, dan Kabupaten Bangli. Kadar hormon pertumbuhan dideteksi dengan metode *Enzyme Linked Immunosorbent Assay* (ELISA). Hasil penelitian menunjukkan, kadar hormon pertumbuhan sapi bali terendah (576,4 pg/mL) ditemukan pada sapi bali yang dipelihara di Nusa Penida, sedangkan kadar hormon tertinggi (5044,08 pg/mL) ditemukan pada sapi bali yang dipelihara di Kabupaten Buleleng. Disimpulkan bahwa kadar hormon pertumbuhan sapi bali berbeda-beda, tergantung wilayah tempat pemeliharaan sapi bali.

Kata-kata kunci: hormon pertumbuhan; sapi bali; ELISA.

ABSTRACT

The objective of this research was to compare the levels of growth hormone in bali cattle reared in the purification of Nusa Penida with those from other regions in Bali Province. A total of 320 sera samples were collected from bali cattle reared in Nusa Penida, Klungkung, Tabanan, Buleleng and Bangli. The levels of growth hormone was determined by using sandwich Enzyme Linked Immunosorbent Assay (ELISA). The results showed that a diverse levels of growth hormone in Bali cattle were observed in Bali cattle. The lowest growth hormone levels (576.4 pg/mL) was found in Bali cattle reared in Nusa Penida and the highest levels (5044.08 pg/mL) were found in the Buleleng regency. It was concluded that bovine growth hormone levels varies, depending on the regions of reared of Bali cattle .

Keywords: growth hormone; Bali cattle, Nusa Penida, ELISA.

PENDAHULUAN

Dirjen Peternakan dan Kesehatan Hewan tahun 2002 telah menetapkan Kepulauan Nusa Penida sebagai wilayah perbibitan dan pemurnian sapi bali. Sapi bali yang dipelihara di Nusa Penida ini dinyatakan sebagai ras murni atau *pure breed* asli Indonesia, dan pemerintah melarang masuknya sapi luar ke wilayah tersebut. Nusa Penida merupakan pulau dengan katagori lahan kritis, karena

musim hujan yang pendek (empat bulan), sisanya adalah musim kemarau yang berkepanjangan, sehingga sulit memperoleh sumber pakan untuk ternaknya. Hal ini yang menyebabkan pertumbuhan sapi bali yang dipelihara di Nusa Penida, lebih rendah dibandingkan dengan sapi bali yang dipelihara di wilayah lainnya di Provinsi Bali (Suwiti *et al.*, 2012).

Pertumbuhan sapi dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan faktor genetik. Faktor

lingkungan meliputi sumber pakan, ketersediaan sumber air, iklim dan manajemen pemeliharaan (Ester *et al.*, 2011). Pengaruh pertumbuhan yang disebabkan faktor lingkungan ini tidak diturunkan, sedangkan faktor genetik dikendalikan oleh gen, dapat diturunkan kepada keturunannya (Rehfeldt *et al.*, 2000). Gen hormon pertumbuhan dapat berpengaruh besar (*major gene*) atau kecil (*minor gene*), gen yang dapat berpengaruh terhadap sekresi hormon pertumbuhan dan telah dipetakan terletak pada kromosom 19 dengan lokasi q26-qtr, dan merupakan peptida tunggal dengan bobot molekul 22 kD (Dybus, 2002; Hediger *et al.*, 1990).

Gen hormon pertumbuhan menyandi sifat produksi seperti bobot badan, tinggi pundak, panjang badan, dan lingkaran dada (Ge *et al.*, 2003; Unanian *et al.*, 2002). Gen yang menyandi hormon pertumbuhan diketahui sangat berperan dalam perkembangan kelenjar susu, *gluconeogenesis*, aktivasi lipolisis, dan memicu inkorporasi asam amino dalam protein otot (Burton *et al.*, 1994). Hormon pertumbuhan sapi (*bovine growth hormone*) mempunyai peran utama pada pertumbuhan dan laktasi. Pada hewan yang sedang tumbuh, hormon pertumbuhan dapat meningkatkan efisiensi produksi, pengurangan deposisi lemak, dan merangsang pertumbuhan otot (Rehfeldt *et al.*, 2000), di samping meningkatkan efisiensi penggunaan pakan, meningkatkan pertumbuhan organ, dan tulang (Cunningham, 1994; Hoj *et al.*, 1993).

Sekresi hormon pertumbuhan dikontrol oleh dua hormon, yaitu *Growth Hormone Releasing Hormone* (GHRH) dan *ghrelin* (Aimaretti *et al.*, 1998). Dalam mensekresikan hormon, *ghrelin* diregulasi oleh nutrisi, pada keadaan defisiensi nutrisi, *ghrelin* tidak akan mampu menginduksi pelepasan hormon pertumbuhan di hipofisis, sehingga mengganggu sekresinya (Lin dan Wajnrach, 2002; Kojima *et al.*, 2001). Perbedaan pakan, lahan pemeliharaan, umur, jenis kelamin, tingkat stres pada ternak dapat berpengaruh terhadap sekresi hormon pertumbuhan (Sorensen *et al.*, 2002).

Sapi bali yang dipelihara di Pulau Nusa Penida beradaptasi sesuai dengan kondisi lingkungan untuk dapat bertahan hidup dalam jangka waktu yang lama sehingga terjadi proses evolusi dan seleksi alam. Fenomena ini memengaruhi gen hormon pertumbuhan dan berpengaruh terhadap sekresinya. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang kadar hormon pertumbuhan sapi bali di wilayah

pemurnian sapi bali di Nusa Penida dan dibandingkan dengan wilayah lainnya di Provinsi Bali.

METODE PENELITIAN

Pengambilan Sampel

Sampel berupa serum, diambil dari sapi bali betina dewasa dari peternakan rakyat di Pulau Nusa Penida, Kabupaten Klungkung (daerah pemurnian), di Kabupaten Tabanan pada lahan persawahan, di Kabupaten Bangli (lahan perkebunan), dan Kabupaten Buleleng (lahan tegalan). Masing-masing kabupaten diambil sampel sebanyak 80, sehingga total sampel dari empat kabupaten tersebut berjumlah 320 ekor. Sapi yang digunakan sebagai sampel diberi pakan rumput, leguminosa, dan dedaunan lainnya yang berasal dari lingkungan sekitarnya.

Pengukuran Hormon Pertumbuhan

Pengukuran kadar hormon pertumbuhan dilakukan di Laboratorium Bioteknologi, Balai Besar Veteriner Denpasar. Kadar hormon diukur dengan menggunakan metode *Enzyme Linked Immunosorbent Assay* (ELISA) sesuai dengan standar (*Cloud-Clone Corp*, SEA044Ga, *ELISA Kit for Growth Hormone* (GH), Houston, TX 77084, USA). Sampel serum diencerkan dengan 0,01 mol/L *phosphat buffer saline* (PBS) sebanyak 20 kali. Disiapkan tujuh sumuran (*well*) untuk standar dan satu sumuran untuk *blank*. Pada tiap sumuran ditambahkan 100 μ L larutan standar, *blank*, sampel kemudian ditutup dengan kertas *plate* dan diinkubasi selama dua jam pada suhu 37°C. Cairan dari masing-masing sumuran dibuang tanpa dicuci. Larutan Reagen A ditambahkan sebanyak 100 μ L pada masing-masing sumuran, kemudian ditutup dengan kertas *plate* dan diinkubasi selama satu jam dengan suhu 37°C.

Larutan yang ada di sumuran dicuci tiga kali dengan 350 μ L larutan pencuci, dibiarkan selama 1-2 menit. Sisa cairan dari semua sumuran dihilangkan dengan menggeretak *plate* dengan kertas penghisap. Larutan Reagen B ditambahkan 100 μ L ke dalam setiap sumuran, kemudian ditutup dan diinkubasi selama 30 menit, suhu 37°C. Dicuci lima kali, kemudian ditambahkan 90 μ L larutan substrat dan diinkubasikan selama 20 menit, suhu 37°C. Larutan *Stop solution* ditambahkan sebanyak 50 μ L pada masing-masing sumuran, kemudian

dimasukan kedalam *microplate reader* (450 nm).

Hasil pembacaan dari *microplate reader* berupa nilai *optical density* (OD). Kadar hormon pertumbuhan diperoleh dengan persamaan $Y = ax^b$, dalam hal ini Y= konsentrasi hormon pertumbuhan; a= perbandingan antara konsentrasi hormon pertumbuhan dengan OD, x= nilai OD, dan b= koefisien. Nilai OD dari persamaan $Y = ax^b$ dikalikan 20.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Terdapat perbedaan kadar hormon pertumbuhan sapi bali di wilayah pemurnian sapi bali di Nusa Penida dibandingkan dengan daerah lainnya di Provinsi Bali. Sapi bali yang dipelihara di Nusa Penida mempunyai rata-rata kadar hormon pertumbuhan yang rendah, dengan variasi yang sangat tinggi, mulai dari: 576,4 pg/mL sampai dengan 4940,80 pg/mL. Sapi bali yang dipelihara di Kabupaten Buleleng mempunyai kadar hormon pertumbuhan berkisar antara 1046,83 pg/mL sampai dengan 5044,08 pg/mL. Hormon pertumbuhan sapi bali di Kabupaten Bangli, memiliki kisaran kadar 931,17 pg/mL hingga 3225,19 pg/mL, sedangkan sapi bali yang dipelihara di Kabupaten Tabanan mempunyai kisaran kadar dari 906,22 pg/mL hingga 1852,91 pg/mL (Tabel 1).

Kadar hormon pertumbuhan terendah (576,4 pg/mL) ditemukan pada sapi bali yang dipelihara di wilayah pemurnian sapi bali di Nusa Penida, sedangkan tertinggi ditemukan di Kabupaten Buleleng (5044,08 pg/mL) yang dipelihara di lahan tegalan. Rendahnya kadar hormon pertumbuhan tersebut dapat disebabkan sumber pakan yang sangat terbatas dan tidak berkualitas sehingga menyebabkan defisiensi nutrisi, hingga berdampak pada gagalnya

grhelin memicu sekresi hormon. Kadar hormon pertumbuhan yang rendah dapat disebabkan defisiensi dari gen *pituitary transcription factor 1* (Pit-1), yang berfungsi mengatur ekspresi gen hormon pertumbuhan (Sumantri *et al.*, 2009; Sumantri *et al.*, 2011) sehingga mengurangi sekresi hormon pertumbuhan. Ekspresi gen Pit-1 diperlukan pada pembelahan sel secara normal, perkembangan dan pertahanan sel tirotrofik, somatotrofik dan laktotrofik pada adenofipofisis (Tuggle *et al.*, 1996; Mc Cormick *et al.*, 1990). Rendahnya kadar hormon pertumbuhan tersebut dapat menjadi penyebab sapi bali yang dipelihara di Nusa Penida, secara fenotipik ukuran tubuhnya lebih kecil dibandingkan dengan sapi bali yang dipelihara di wilayah Bali lainnya.

Apabila dibandingkan dengan sapi bali yang dipelihara di wilayah Kabupaten Bangli (lahan perkebunan) dan di Kabupaten Buleleng (lahan tegalan), maka sapi bali yang dipelihara di Nusa Penida dan di Kabupaten Tabanan (lahan persawahan) mempunyai kadar hormon pertumbuhan yang lebih rendah. Hal ini disebabkan sapi bali yang dipelihara di lahan persawahan cenderung diberikan pakan yang tidak bervariasi (hanya berupa rumput), demikian juga wilayah kering seperti Nusa Penida. Keadaan ini dapat menyebabkan defisiensi mineral sehingga pertumbuhan dan perkembangan khususnya adenohipofisis tidak sempurna dan berdampak pada minimnya sekresi hormon pertumbuhan (Molitch *et al.*, 2006), dan sapi bali yang dipelihara di wilayah tegalan, peternak memberikan pakan lebih bervariasi, dari berbagai jenis leguminosa maupun rumput gajah, sehingga asupan nutrisinya menjadi lebih lengkap (Suwiti *et al.*, 2013).

Rataan konsentrasi hormon pertumbuhan sapi bali yang dipelihara memberikan hasil yang

Tabel 1 Kadar hormon pertumbuhan sapi bali di Nusa Penida Klungkung, Bangli, Tabanan, dan Buleleng.

Asal sampel	Kadar tertinggi	Kadar terendah (pg/mL)	Rataan (pg/mL)
Nusa Penida (<i>pure breed</i>)	4940,8	576,4	1200,80±825,87 ^a
Bangli(perkebunan)	3225,19	931,17	1311,38±654,92 ^a
Tabanan(persawahan)	1852,91	906,22	1185,89±211,69 ^a
Buleleng(tegalan)	5044,08	1046,83	1927,64±125,64 ^b

Keterangan: Huruf yang sama ke arah baris menunjukkan tidak berbeda nyata (P>0,05), huruf berbeda menunjukkan berbeda nyata (P <0,05).

berbeda-beda, yaitu di Kabupaten Buleleng ($1927,64 \pm 1257,64$ pg/mL), di Kabupaten Tabanan ($1185,89 \pm 211,69$ pg/mL), dan Kabupaten Bangli ($1311,38 \pm 654,92$ pg/mL). Kadar hormon pertumbuhan sapi bali dari Kabupaten Buleleng berasal dari sapi yang dipelihara di lahan tegalan yang memiliki kualitas dan kuantitas vegetasi sebagai sumber nutrisi yang lebih baik dibanding dengan lahan persawahan. Rendahnya kadar hormon pertumbuhan pada sapi bali dapat dipengaruhi oleh lingkungan habitatnya/eksternal, kelembapan, curah hujan yang berpengaruh langsung pada kesuburan sumber pakan, dan menyebabkan pertumbuhan ternak yang tidak maksimum. Keadaan yang sama apabila terjadi dan berlangsung lama, maka akan berpengaruh terhadap ekspresi gen dan berujung pada ketidakmampuan gen untuk memproduksi hormon pertumbuhan secara optimal (Suwiti *et al.*, 2013; Shimon *et al.*, 1997).

Perbedaan wilayah agroekosistem pemeliharaan berpengaruh terhadap ketersediaan vegetasi/hijauan pakan ternak baik dari segi kualitas maupun kuantitasnya. Kandungan nutrisi vegetasi umumnya sangat rendah pada daerah dengan curah hujan yang rendah, seperti yang ditemukan pada wilayah perbibitan dan pemurnian sapi bali di Nusa Penida. Faktor lain yang memengaruhi sekresi hormon pertumbuhan adalah *ghrelin*. *Ghrelin* merupakan salah satu *Growth Hormone Releasing Hormone* (GHRH) yang dilepaskan dari lambung. Dalam mensekresikan *growth hormone*, *ghrelin* diregulasi oleh nutrisi sehingga mampu menginduksi pelepasan *growth hormone* di hipofisis (Kojima *et al.*, 2001; Sumantri *et al.*, 2011). Sapi bali dipelihara pada kondisi lingkungan yang kurang memadai dan terjadi secara terus menerus, menyebabkan sapi bali menyesuaikan diri terhadap lingkungannya melalui sifat kelenturan fenotipik yang dimilikinya. Keadaan tersebut dapat berpengaruh terhadap perubahan dalam tingkat genetik dan diekspresikan ke fenotipnya, salah satu indikatornya adalah ukuran badan yang lebih kecil dengan pertambahan bobot badan yang tidak maksimum (Rehfeldt *et al.*, 2000).

Rataan kadar hormon pertumbuhan sapi bali, lebih rendah dibandingkan dengan sapi lainnya di dunia seperti: hormon pertumbuhan sapi *Sahiwal-Friesian cows* mencapai 4.800 pg/mL hingga 18.300 pg/mL (Azizan *et al.*, 1994). Sapi *German Simmental* memiliki kadar hormon pertumbuhan mencapai 30.000 pg/mL

(Mishra *et al.*, 2007). Perbedaan ini disebabkan oleh faktor genetik, dalam hal ini perbedaan ras sapi (Hoj *et al.*, 1993).

Gen hormon pertumbuhan terkait dengan beberapa ekspresi gen yang memengaruhi pertumbuhan, salah satunya adalah gen Pit-1. Gen Pit-1 mengatur ekspresi gen *growth hormone* (GH), prolaktin (PRL) (Tuggle *et al.*, 1996) dan *thyroid stimulating hormone* (TSH) (Prakash *et al.*, 2003) pada hipofisis anterior. Menurut Mc Cormick *et al.* (1990) defisiensi gen Pit-1 mengurangi ekspresi GH, disebabkan penurunan proliferasi lapisan sel dalam memproduksi GH.

Sintesis dan pelepasan hormon pertumbuhan dikontrol oleh dua hormon yang dihasilkan di hipotalamus, yaitu *growth hormone releasing hormone* (GHRH) yang berfungsi sebagai pemicu/*trigger somatotropin releasing-inhibitor factor* (SRIF) atau disebut juga somastatin yang bertindak sebagai penghambat (inhibitor) hormon pertumbuhan. Kedua pengontrol hormon pertumbuhan tersebut disekresikan oleh sel neuron sekretoris hipotalamus dan sekret tersebut masuk ke dalam pembuluh darah hipofisis bagian belakang, sedangkan neurotransmitter dan neuropeptida akan mengontrol sekresi somatotropin secara langsung pada bagian somatotrop atau secara tidak langsung melalui jalur hipotalamus (Thorner, 2013; Papatungon *et al.*, 2012; Wren *et al.*, 2000).

SIMPULAN

Kadar hormon pertumbuhan paling rendah (576,4 pg/mL) ditemukan pada sapi bali yang dipelihara di Nusa Penida, dan tertinggi (5.044,08 pg/mL) di Kabupaten Buleleng. Ada variasi kadar hormon pertumbuhan sapi bali yang dipelihara di Nusa Penida dengan sapi bali dari daerah Bali lainnya.

SARAN

Perbedaan kadar hormon pertumbuhan dapat merupakan petanda perbedaan gen. Oleh karena itu perlu dilakukan identifikasi karakteristik gen hormon pertumbuhan sapi bali di Nusa Penida dan wilayah lainnya, dan sapi bali perlu diberikan pakan yang baik dan bervariasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Rektor Cq. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Udayana, yang telah memberikan pendanaan terhadap penelitian ini dari Riset Hibah MP3EI 2014, dan Balai Besar Veteriner Denpasar, atas segala fasilitas yang telah diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aimaretti G, Corneli G, Razzore P. 1998. Comparison between insulin-induced hypoglycemia and growth hormone (GH)-releasing hormone + arginine as provocative tests for the diagnosis of GH deficiency in adults. *J Clin Endocrinol Metab* 83(5): 1615–1618.
- Azizan AR, Phipps RH, Hassan WE, Hard DL, Forsyth IA, Taylor JA. 1994. Concentrations of bovine somatotropin and insulin-like growth factor-I in serum and milk samples of crossbred dairy cows treated with prolonged-release bovine somatotropin. *J Mardi Res* 22(1): 189-196.
- Burton JL, McBride BW, Block E, Glimm D. 1994. A review of bovine growth hormone. *J Anim Sci* 74: 167-201.
- Cloud-Clone Corp. 2014. SEA044Ga. ELISA Kit for Growth Hormone (GH). Standar procedure of growth hormone ELISA (*Enzyme Linked Immunosorbent Assay*). Houston, TX 77084, USA
- Cunningham EP. 1994. The use of bovine somatotropin in milk production review (Review). *Irish Vet J* 47: 207-210.
- Dybus A. 2002. Association of growth hormone (GH) and prolactin (PRL) genes polymorphism with milk production traits in Polish Black-and-White cattle. *J Anim Sci Papers Rep* 20: 203-212.
- Ester S, Palma GD, Capilla A, Nova E, Pozo T, Castillejo G, Varea V, Marcos A, Garrote JA, Polanco I, López A, Koninckx CR, Dolores M, Novo G, Calvo CO, Palau LF, Sanz Y. 2011. Influence of environmental and genetic factors linked to celiac disease risk on infant gut colonization by *Bacteroides* species. *J Appl Environ Microbiol* 77(15): 5316–5323.
- Ge W, Davis ME, Hines HC, Irvin KM, Simmen RCM. 2003. Association of single nucleotide polymorphism in the growth hormone and growth hormone receptor genes with blood serum insuline-like growth factor I concentration and growth Traits in angus cattle. *J Anim Sci* 81: 641-648
- Hediger R. 1990. Assigment of the growth hormone gene locus to 19q26 qter in cattle and to 11q25 qter in sheep by in-situ hybridization. *Genome* 8: 171-174.
- Hoj S, Fredholm M, Larsen NJ, Nielsen VH. 1993. Growth hormone gene polymorphism associated with selection for milk fat production in lines of cattle. *J of Anim Genet* 24: 91-96.
- Kojima M, Hosoda H, Matsuo H, Kangawa K. 2001. Ghrelin : Discovery of the natural endogenous ligand for the growth hormone secretagogue receptor. *Trends in Endocrinology and Metabolism* 12: 118–122.
- Lin SK, Wajnrach MP. 2002. Growth hormone releasing hormone (GHRH) and GHRH Receptor. *Rev Endocr Metab Disord* 3(4): 313-323.
- Mc Cormick A, Brady H, Theill LE, Karin M. 1990. Regulation of the pituitary-specific homeobox gene GHF1 by cell autonomous and environmental cues. *Nature* 345: 829-832
- Molitch ME, Clemmons DR, Malozowski S. 2006. Evaluation and treatment of adult growth hormone deficiency: an endocrine society clinical practice guideline. *J Clin. Endocrinol Metab* 91(5): 1621–1634.
- Mishra A, Goswami TK, Sukhla DC. 2007. An enzyme linked immunosorbent assay (ELISA) to measure growth hormone level in serum and milks of buffaloes (*Bubalus bubalis*). *Indian J Experimental Biology* 45: 594-598.
- Paputungan U, Hakim L, Ciptadi G, Lapian HFN. 2012. The allele frequencies of growth hormone gene on the parental and progeny of ongole-crossbreed cattle population in the North Sulawesi of Indonesia using PCR-RFLP. *J Evolutionary Biology Research* 4(3): 52-58.
- Prakash BS, Mondal M, Anandlaxmi N. 2003. Development and validation of a simple sensitive enzyme immunoassay (EIA) for GH

- determination in buffalo plasma. *J Immunoaassay Immunochem* 24: 409-414.
- Rehfeldt C, Stickland NC, Wegner IFJ. 1999. Environmental and Genetic Factors as Sources of Variation in Skeletal Muscle Fibre Number. *Basic Appl Myol* 9(5): 235-253.
- Rehfeldt C, Fiedler I, Dietl G, Ende K. 2000. Myogenesis and postnatal skeletal muscle cell growth as influenced by selection. Genetic and Nutritional Aspects of Tissue Growth in Farm Animal *J Physiological* 66(2): 177-188.
- Shimon I, Taylor JE, Dong JZ. 1997. Somatostatin receptor subtype specificity in human fetal pituitary cultures : Differential role of SSTR2 and SSTR5 for growth hormone, thyroid-stimulating hormone and prolactin regulation. *J Clin Invest* 99: 789-798.
- Sumantri C, Imronsugyonoe M, Misrianti A, Ishak ABL. 2011. Growth hormone gene family (GH, GHR, GHRH and Pit-1) polymorphism and its association with superovulation response, ovulation rate, fertilization rate and embryo quality in Embryo Transfer Station (BET) of Cipelang. *J Ilmu Ternak dan Veteriner* 16(2): 126-139.
- Sumantri C, Herdiana D, Arajallah AF, Ahmat DR. 2009. Keragaman gen pituitary-specific transcription factor-1 lokus Pit-1-HinfI dan pengaruhnya terhadap bobot tubuh induk, dan produksi susu pada domba lokal. *J Ilmu Ternak dan Veteriner* 14(3): 222-229.
- Sorensen P, Grochowska R, Holm L, Henryon M, Lovendahl P. 2002. Polymorphism in the bovine growth hormone affects endocrine release in dairy calves. *J Dairy Sci* 85: 1887-1893.
- Suwiti NK, Wijayanti NPP, Rumbawa M, Besung INK. 2012. Bobot badan dan umur sapi bali yang dijual di pasar hewan dalam hubungannya dengan produksi daging. Prosiding Seminar Nasional: Peningkatan Produksi dan Kualitas Daging Sapi Bali Nasional. Bali. Pusat Kajian Sapi Bali Universitas Udayana, Denpasar tanggal 14 September 2012: 167-176
- Suwiti NK, Sampurna IP, Watiniasih NL, Puja IN. 2013. Peningkatan produksi sapi bali unggul melalui pengembangan model peternakan terintegrasi. *Laporan Penelitian Prioritas Nasional (MP3EI)*. Pusat Kajian Sapi Bali, Universitas Udayana, Denpasar: 14-18.
- Thorner MO. 2013. The Discovery of growth hormone-releasing hormone. *J Clinical Endocrinology and Metabolism* 84(12): 1945-1949.
- Tuggle CK, Schmitz CB, Rothschild MF, Trenkle A. 1996. Control of growth hormone synthesis. *J Domest Anim Endo* 13: 29-33.
- Unanian MM, Barreto CC, Cordeiro CMT, Freitas AR, Josahkian LA. 2002. Possible association between bovine growth hormone gene polymorphism and reproductive traits. *J Braz Arch Boil Tech* 45: 293-299.
- Wren AM, Small CJ, Ward HL, Murphy KG, Dakin CL, Taheri S, Kennedy AR, Roberts GH, Morgan DG, Ghatei MA, Bloom SR. 2000. The novel hypothalamic peptide ghrelin stimulates food intake and growth hormone secretion. *J Endocrinology* 141(11): 4325-4328.