

Pubertas Sapi Katingan Betina Dikaitkan dengan Konsentrasi Mineral Cu dan Lingkungan

Utomo BN¹, Noor RR², Sumantri C², Supriatna I³, Gurnardi ED²

¹Balai Besar Penelitian Veteriner, Jl. RE. Martadinata 30 Bogor 16114

E-mail: bng_utomo2004@yahoo.com

²Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Fakultas Peternakan IPB, Jl. Rasamala, Darmaga, Bogor

³Departemen Klinik, Reproduksi dan Patologi Fakultas Kedokteran Hewan IPB, Jl. Rasamala, Darmaga, Bogor

(Diterima 1 Maret 2013 ; disetujui 20 Mei 2013)

ABSTRACT

Utomo BN, Noor RR, Sumantri C, Supriatna I, Gurnardi ED. 2013. Puberty of Katingan cow in relation to Cu mineral and the environment. JITV 18(2): 123-130

The onset of puberty is an important role in order to optimize performance of Katingan cattle reproduction. The onset of puberty can be estimated from to blood progesterone concentration. In this study the onset of puberty was estimated through analysis of progesterone hormone in various age of individual cattle. Thirty blood samples were obtained from 30 Katingan heifers of 13 months and 15 days to 23 months and 18 days old from Tumbang Lahang (10 samples) and Buntut Bali (20 samples) to be analyzed for progesterone concentrations using RIA method. The same samples were also analyzed to find out information about Copper (Cu) concentration. The results showed that progesterone concentration varied narrowly from 0.008 to 0.184 ng/ml. The result indicated that the Katingan cattle in 23 months old was still in prepuberty category. Environment factor such as land pH was acid (pH<6), grass quality and climate in term of temperature and humidity relatively high, may an important role to delay the onset of their puberty. One of the environment problem was proved by the most of the same samples than had under adequate value of level of Copper.

Key Words: Katingan Cattle, Progesterone, Puberty, Cu mineral, Environment

ABSTRAK

Utomo BN, Noor RR, Sumantri C, Supriatna I, Gurnardi ED. 2013. Pubertas Sapi Katingan betina dikaitkan dengan konsentrasi mineral Cu dan lingkungan. JITV 18(2): 123-130

Umur awal pubertas sangat penting dalam rangka mengoptimalkan performan reproduksi Sapi Katingan. Estimasi umur awal pubertas dilakukan melalui pemeriksaan konsentrasi hormon progesteron pada individu-individu Sapi Katingan dengan berbagai variasi umur. Sebanyak 30 ekor Sapi Katingan betina umur 13 bulan 15 hari - 23 bulan 18 hari diperoleh dari Buntut Bali (20 ekor) dan dari Tumbang Lahang (10 ekor). Konsentrasi hormon progesterone diukur dari serum darah dengan menggunakan metode *Radio Immuno Assay* (RIA). Pada contoh serum yang sama juga dilakukan pemeriksaan terhadap kadar mikro mineral *Copper* (Cu). Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa kisaran konsentrasi hormon progesterone yang berhasil diukur adalah 0,008 – 0,184 ng/ml. Hal ini mengindikasikan bahwa sapi-sapi Katingan tersebut masih dalam kategori prepubertas. Hasil pemeriksaan kadar Cu dalam serum sapi Katingan hampir semuanya di bawah kadar kecukupan. Hal ini diduga menjadi penyebab keterlambatan pubertas pada sapi Katingan betina. Faktor lingkungan yang diduga kuat ikut mempengaruhi diantaranya adalah kualitas lahan (pH rendah), kualitas rumput yang diberikan, dan iklim yang ekstrim.

Kata Kunci: Sapi Katingan, Progesteron, Pubertas, Mineral Cu, Lingkungan

PENDAHULUAN

Salah satu tolak ukur efisiensi reproduksi adalah dicapainya umur awal pubertas yang lebih awal sesuai dengan potensi genetiknya. Hal ini penting untuk mencapai performan reproduksi sapi yang optimum dan memberikan peningkatan produktivitasnya. Informasi umur awal pubertas juga penting sebagai acuan dalam meningkatkan efisiensi reproduksi berdasarkan potensi dan permasalahan yang ada di lapangan melalui berbagai inovasi teknologi.

Awal pubertas mempunyai banyak definisi (Getzewick 2005), antara lain umur ketika hewan mulai melepaskan sel gamet (betina: pertama ovulasi) (Rawlings et al. 2003), umur pertama kali estrus, serta umur pada saat betina mampu untuk bunting dimana organ-organ reproduksinya mulai berfungsi (Getzewick 2005). Suatu hewan telah dipertimbangkan mencapai pubertas jika dia memperlihatkan estrus, mempunyai korpus luteum yang dapat dipalpasi antara hari ke tujuh dan hari ke 15 setelah estrus dan mempunyai

konsentrasi progesteron lebih dari 1 ng/ml dalam periode tetap (Rekwort et al. 2000).

Pubertas dikontrol oleh mekanisme-mekanisme fisiologis tertentu yang melibatkan gonad dan kelenjar adenohipofisa, sehingga pubertas tidak luput dari pengaruh faktor herediter dan lingkungan yang bekerja melalui organ-organ tersebut (Toelihere 1985), lingkungan (nutrisi, iklim dan musim) serta pejection atau *biostimulation* (Rekwort et al. 2000; Getzewick 2005; Abdelgadir et al. 2010).

Umumnya pertumbuhan dan perkembangan menjadi prasyarat penting untuk inisiasi menuju pubertas (Rekwort et al. 2000). Menurut Getzewich (2005) pada umumnya pubertas dicapai ketika mereka telah mencapai 40% dari bobot badan dewasa dan aspek pakan mempunyai pengaruh yang besar. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa ternak yang diberi asupan pakan dengan kecukupan energi dan protein menyebabkan ternak cepat tumbuh dan umur pubertas lebih awal bisa dicapai (Son et al. 2001; Romano et al. 2005). Sapi dari spesies *Bos indicus* permasalahan yang dihadapi adalah pencapaian awal umur pubertas lebih lambat dibandingkan dengan sapi dari *Bos Taurus* (Sargentini et al. 2007). Menurut Noguiera (2004), seleksi genetik, *crossbreeding* dan perbaikan pakan dapat digunakan untuk mempercepat umur pertama beranak sapi *Bos indicus*.

Pemeliharaan pada Sapi Katingan yang biasanya dilakukan secara ekstensif, menyulitkan pengamatan umur pubertas dan profil reproduksi lainnya, sehingga tidak diketahui secara pasti kapan sebenarnya sapi tersebut siap untuk dikawinkan. Pengembalaan campuran antara sapi-sapi jantan dan sekelompok sapi betina di padang rumput akan menurunkan produktivitas dan reproduktivitasnya. Faktor lingkungan seperti pH lahan yang rendah mempengaruhi ketersediaan mineral Cu (Gartenberg et al. 1990; Darmono 2009) yang sangat berpengaruh terhadap pencapaian pubertas akibat gangguan aktivitas ovariumnya (Ahmed et al. 2009) demikian juga dengan pengaruh dari temperatur dan kelembaban yang ekstrim atau iklim yang ekstrim (Gwazdauskas 1985).

Melihat hal tersebut penentuan umur awal pubertas pada Sapi Katingan dan faktor-faktor yang mempengaruhi perlu diteliti sebagai informasi dasar penting yang menunjang produktivitas ternak Sapi Katingan.

MATERI DAN METODE

Contoh darah

Penelitian lapang dilakukan selama 6 bulan dengan lokasi pengambilan contoh darah di Kecamatan Katingan Tengah dengan konsentrasi lokasi di Desa Tumbang Lahang sebanyak 10 contoh dan di

Kecamatan Pulau Malan dengan konsentrasi lokasi di Desa Buntut Bali sebanyak 20 contoh. Lokasi tersebut dipilih berdasarkan informasi petugas dan peternak tentang sapi-sapi yang teridentifikasi hari, bulan dan tahun kelahirannya berdasarkan catatan peternak.

Pengambilan contoh darah Sapi Katingan betina tidak dapat dilakukan secara rutin dengan interval waktu tertentu, melainkan hanya pada individu-individu sapi dengan umur yang berbeda, yaitu antara umur 13 bulan 15 hari – 23 bulan 18 hari (Tabel 1). Hal ini disebabkan karena kondisi lapang yang sulit, manajemen ekstensif tradisional dan jauh dari pemukiman serta kejadian banjir saat musim penghujan, akibatnya lokasi sapi sulit dijangkau. Dengan demikian contoh darah hanya dikoleksi 1 (satu) kali pada 30 ekor Sapi Katingan. Darah diambil melalui vena jugularis, kemudian ditampung dalam tabung vakuntainer 7 ml tanpa antikoagulan. Tabung berisi darah kemudian dimiringkan untuk memperlebar bidang permukaan selama \pm 20 menit sampai serum terpisah dari bekuan darahnya. Serum yang keluar dipindahkan ke dalam tabung eppendorf dan disimpan dalam *icebox* selama berada di lapang. Sesampainya di laboratorium contoh disimpan pada suhu -20°C sampai siap untuk dilakukan analisis.

Analisis konsentrasi hormon progesteron

Pemeriksaan hormon progesteron dilakukan dengan metode RIA. Kotak (KIT) berisi perlengkapan uji imun Radioisotop untuk progesteron adalah buatan *Cisbio Bioassays* dari Perancis. Pengukuran radioaktivitas dilakukan dengan alat gamma counter sehingga didapatkan nilai CPM (*count per minute*). Prosedur pengujian dilakukan sesuai dengan petunjuk yang tersedia pada KIT progesteron *Cisbio Bioassays*. Semua uji untuk kurva baku (standar) dibuat dua kali atau tiga kali, bersama-sama dengan contoh serum yang tidak diketahui konsentrasi progesteronnya.

Pembuatan kurva baku untuk progesteron dibuat dari tabung-tabung A = 0,15 ng/ml, B = 0,40 ng/ml, C = 1,30 ng/ml, D = 3,50 ng/ml, E = 16,60 ng/ml, F = 63ng/ml dan O = 0 ng/ml. Kurva dibuat dengan sumbu X berupa konsentrasi progesteron baku dan sumbu Y adalah nilai CPM. Perhitungan nilai progesteron dapat ditentukan langsung melalui grafik baku yang tersedia berdasarkan nilai CPM contoh atau dapat ditentukan dengan persamaan regresi linear.

Analisis kadar Cu dan lingkungan

Pada contoh serum yang sama untuk analisis hormon progesteron juga dilakukan pemeriksaan terhadap konsentrasi mineral Cu. Analisis mineral Cu dilakukan di laboratorium Balitnak.

Tabel 1. Distribusi contoh darah Sapi Katingan untuk analisis laboratorium.

No.	Umur sapi		Jumlah (ekor)	No.	Umur sapi		Jumlah (ekor)
	Bulan	Hari			Bulan	Hari	
1.	13	15	1		17	22	1
2.	14	15	1			23	1
		18	1			26	1
3.	15	2	1			27	1
		17	1	6.	19	5	1
		21	1			15	1
4.	16	15	1			19	1
		21	1	7.	20	16	1
		29	1			26	1
		29	1	8.	21	3	1
5.	17	0	1			16	1
		6	1	9.	22	0	1
		15	1			5	1
		17	3	10.	23	18	1

Aspek lingkungan yang diamati adalah suhu dan kelembaban yang diukur dari pagi dan sore hari selamapelaksanaan kegiatan penelitian. Sementara kondisi pH lahan mengacu pada hasil penelitian yang dilakukan sebelumnya oleh peneliti BPTP Kalteng. Manajemen pemeliharaan sapi diamati untuk memperkaya informasi.

Analisis data

Data dianalisis secara deskriptif meliputi konsentrasi hormon progesteron, mineral Cu dan aspek lingkungan. Khusus untuk menentukan pencapaian umur awal pubertas sapi digunakan kriteria ketika konsentrasi serum progesteron lebih besar dari 1,0 ng/ml (Cooke dan Arthington, 2009; Getzewick, 2005; Sargentini et al. 2007).

HASIL DAN PEMBAHASAN

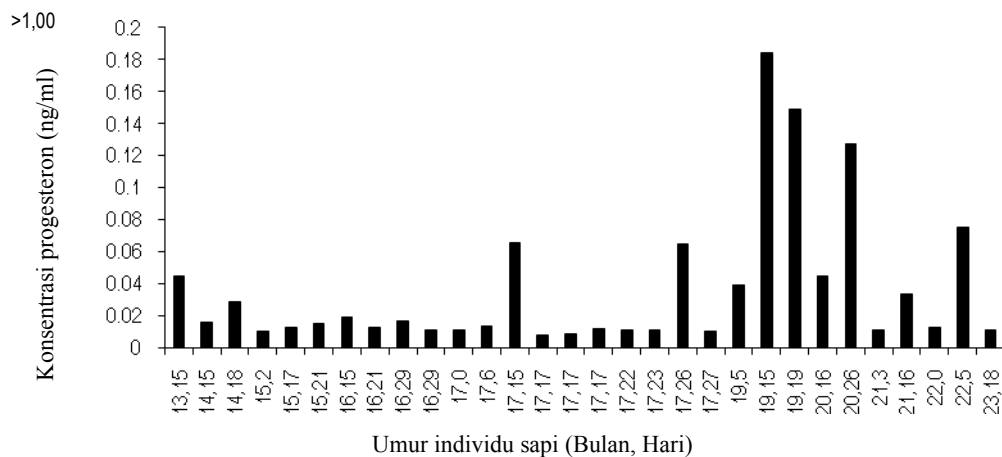
Konsentrasi Hormon Progesteron

Konsentrasi hormon progesteron Sapi Katingan pada umur 13 bulan 15 hari sampai 23 bulan 18 hari semuanya masih di bawah 1 ng/ml. Kisaran hasil pemeriksaan konsentrasi hormon progesteron adalah 0,01 – 0,18 ng/ml (Gambar 1), mengindikasikan bahwa sapi-sapi tersebut masih dalam kategori belum puber (Rekwort et al. 2000; Swain and Harjit, 2001). Konsentrasi hormon antara umur 13.5 sampai 23.5 bulan masih rendah dan sangat fluktuatif akibat

perbedaan umur, bobot badan dan status fisiologis dari masing-masing individu sapi. Hasil penelitian Romano et al. (2005) pada sapi yang umurnya relatif seragam juga menunjukkan gambaran konsentrasi progesteron yang fluktuatif walau bobot badannya berbeda. Konsentrasi hormon pada periode ini sesuai dengan yang dilaporkan Nakada et al. (2000) pada sapi FH dari lahir sampai prepuber ($0,05 \pm 0,01$ sampai $0,18 \pm 0,05$ ng/ml), namun lebih rendah dari laporan Balakrishnan et al. (1986) pada sapi cross Zebu dan Holstein ($0,23 \pm 0,06$ ng/ml). Konsentrasi progesteron akan meningkat signifikan sesaat sebelum pubertas (Berardinelli et al. 1979)

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi progesteron ketika mencapai umur awal pubertas melebihi dari 2 ng/ml. Romano et al. (2005) melaporkan bahwa pada awal pubertas sapi lokal Nelore dari Brazil pada berbagai umur, konsentrasi progesteronnya rata-rata 2,78 ng/ml, sedangkan Rekwort et al. (2005) melaporkan pada sapi lokal Guinea Bunaji konsentrasi hormon progesteronnya 3,00-3,40 ng/ml.

Berdasarkan hasil pemeriksaan terhadap konsentrasi hormon progesteron tersebut, diestimasikan bahwa umur awal pubertas pada Sapi Katingan di atas 23 bulan. Nogueira (2004) mengestimasi umur awal pubertas dengan melihat umur pertama kali beranak. Berdasarkan informasi dari 30 responden peternak yang ada di tiga lokasi penelitian (Pendahara, Buntut Bali dan Tumbang Lahang), umur rata-rata pertama kali beranak Sapi Katingan adalah 3,0-3.5 tahun. Sehingga sangat dimungkinkan bahwa Sapi Katingan mulai puber



Gambar 1. Konsentrasi hormon progesteron pada individu-individu Sapi Katingan berbagai umur.

setelah berumur di atas 23 bulan sebagaimana terjadi pada sapi-sapi lokal lainnya di daerah tropis (Faruque and Bhuiyan 2002; Premasundera 2002; Singh et al. 2002; Talib et al. 2003; Miazzi et al. 2007; Bishop dan Pfeiffer 2008 Sutradhar et al. 2010). Lamanya pencapaian umur pubertas menurut Bishop and Pfeiffer (2008) menunjukkan bahwa performan reproduksi sapi tersebut jelek.

Sapi-sapi yang hidup di daerah beriklim tropis seperti di Afrika rata-rata pencapaian umur awal pubertas yang didasarkan pada level naiknya progesteronnya relatif lama, berkisar 25-33 bulan (Eduvie et al. 1993; Kanuya et al. 1993; Osei et al. 1993). Sebaliknya sapi-sapi yang hidup di daerah subtropis umur awal pubertas lebih cepat yaitu pada umur kurang dari 25 bulan (Sargentini et al. 2007; Saenz et al. 2008).

Faktor lingkungan yang diduga mempengaruhi pencapaian pubertas

Kondisi lingkungan pemeliharaan (habitat) sapi Katingan yang diduga mempunyai pengaruh terhadap pencapaian umur awal pubertas, diantaranya adalah: (1) Kondisi lahan dengan pH rendah (asam), pada lokasi Buntut Bali dilaporkan mempunyai pH 4.30 (Firmansyah belum dipublikasi), (2) Kualitas pakan yang rendah (hanya rumput), dan (3) Suhu dan kelembaban yang relatif tinggi. Kadarsih (2003) menyebutkan bahwa penampilan produksi dan reproduksi dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan faktor genetik dengan perbandingan 60:40. Aspek lingkungan yang banyak dilaporkan adalah masalah pakan (Abdelgadir et al. 2010; Noguiera, 2004; Son et al. 2000; Shehu et al. 2008). Terzano et al. (2007) melaporkan bahwa pada sistem manajemen pemeliharaan (intensif dan ekstensif) secara nyata

mempengaruhi pencapaian bobot badan saat pubertas yang sudah barang tentu akan mempengaruhi pencapaian umur awal pubertas.

Pertumbuhan Sapi Katingan tidak maksimal karena pakannya hanya yang ada di padang gembalaan yang kualitas dan kuantitasnya rendah. Dari berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa pakan mempunyai pengaruh yang nyata terhadap pencapaian umur pubertas (Al-Shami 2007; Son et al. 2001; Romano et al. 2005; Noguiera 2004; Agustina et al. 2001). Pakan tidak hanya berhubungan dengan syarat pencapaian bobot badan saat pubertas tetapi juga mempengaruhi produksi dan pelepasan hormon (Swain dan Harjit 2001). Menurut Darmono (2009) sapi yang hampir 100% pakannya berasal dari tanaman pakan ternak atau rumput alam akan mengalami defisiensi mineral yang dapat menurunkan reproduktivitas.

Kondisi lahan tempat pemeliharaan Sapi Katingan adalah asam (pH rendah) dan pada kondisi ini menurut Gartenberg et al. (1990) terjadi kekurangan unsur mineral mikro *Copper* (Cu). Menurut Darmono (2009) hal ini akan berakibat hijauan yang tumbuh di atas tanah tersebut juga akan miskin mineral Cu. *Copper* berperan dalam proses metabolisme estrogen dan diperlukan pula untuk kesuburan ternak betina. *Copper* juga mempunyai peranan yang nyata dalam pemeliharaan fertilitas yang secara optimum dengan melibatkan aktivitas FSH, LH dan estrogen (Desai et al. 1982). Defisiensi Cu menyebabkan gangguan aktivitas ovarium (Ahmed et al. 2009). Defisiensi Cu pada sapi akan mengakibatkan berkurangnya sintesa estrogen. Dilaporkan juga bahwa konsentrasi LH di jaringan pituitary akan lebih rendah ketika terjadi defisiensi Cu (Xin et al. 1993). Kondisi ini diperparah oleh jarang pemberian pakan tambahan dan mineral. Mineral yang kadang-kadang diberikan adalah garam dapur. Darmono (2007) melaporkan bahwa di beberapa daerah

transmigrasi di Kalimantan sapi-sapi mengalami defisiensi mineral dan dari hasil penelitian lain menunjukkan bahwa defisiensi Cu adalah yang paling sering ditemukan di Indonesia (Stoltz et al. 1985). Walaupun kondisi lahan lokasi pemeliharaan Sapi Katingan berdasarkan referensi tersebut ada kemungkinan defisiensi Cu, namun demikian perlu dipastikan lebih lanjut melalui pemeriksaan laboratorium terhadap lingkungan (lahan dan rumput) dan sapinya sendiri.

Data kandungan mineral Cu dari sapi-sapi yang sama disajikan pada Gambar 2. Sebagaimana konsentrasi hormon progesteron, konsentrasi Cu pada masing-masing individu juga fluktuatif. Status fisiologis yang berbeda dari masing-masing individu sapi dengan umur yang bervariasi diduga menjadi salah satu penyebabnya. Menurut Kincaid (1999) konsentrasi Cu dipengaruhi oleh infeksi, stress dan eritrosit hemolisis. Juga bisa dipengaruhi oleh Zn, Fe, Mo dan S yang dikonsumsinya (McDowell 1992).

Konsentrasi Cu serum berkisar antara 0.18 sampai 0.76 µg/ml. Menurut Kincaid (2000), konsentrasi Cu dalam plasma untuk batas marginal adalah 0,50-0,70 µg/ml, batas cukup 0.70-0.90 µg/ml sedangkan dikatakan kandungan Cu tinggi ketika konsentrasinya 0,90-1,10 µg/ml. Standar kecukupan mineral yang dianjurkan bervariasi, Leanne et al. (2010) memberikan batasan terendah 0.60 µg/ml, sedangkan Gadberry et al. (2003) memberikan batas kecukupan dari 0,80-1,40 ppm (µg/ml).

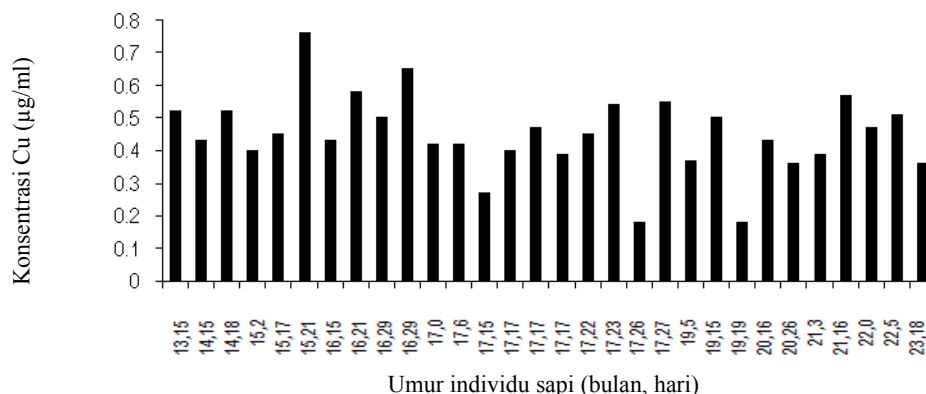
Hasil pemeriksaan contoh serum Sapi Katingan menunjukkan sebagian besar di bawah standar kecukupan mineral Cu. Hanya satu dari keseluruhan contoh yang diperiksa (3.30%) mempunyai konsentrasi yang di atas cukup yaitu 0.76 µg/ml menurut standar yang disampaikan Kincaid (2000). Dapat dinyatakan bahwa sapi-sapi Katingan tersebut mengalami defisiensi mineral Cu yang diduga ikut berperan dalam menunda terjadinya awal pubertas.

Hubungan/korelasi antara kadar progesteron dengan kadar Cu dipelajari melalui analisis korelasi linear sederhana (*Pearson correlation*) dan didapatkan tingkat hubungan yang rendah dengan arah negatif (P-Value = 0.06) (Gambar 3) dan dengan tingkat keeratan $R = -0.35$. Hal ini wajar karena unsur Cu lebih berperan pada metabolisme estrogen.

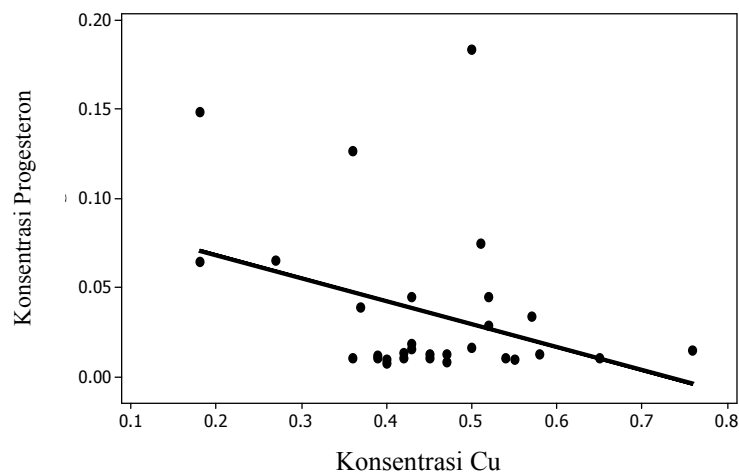
Defisiensi mineral Cu ini diduga menjadi pemicu beberapa kasus kesulitan melahirkan dan retensi plasenta yang menurut Garternberg et al. (1990). Dengan demikian faktor mineral utamanya Cu menjadi bahan pertimbangan penting dalam rangka membantu mempercepat pencapaian umur awal pubertas pada Sapi Katingan. Menurut Gardner et al. (2003) suplementasi Cu efektif untuk meningkatkan konsentrasi Cu sapi.

Faktor-faktor iklim (suhu, curah hujan dan kelembaban) yang tidak sesuai bagi ternak sapi dapat mempengaruhi reproduktivitas. Menurut Ahmed (2007), zona termonetral suhu nyaman untuk sapi lokal adalah 21-27°C, kelembaban udara tidak boleh melebihi 60°C dan indek kelembaban suhu (*temperature humidity index*) 72. Menurut Gwazdauskas (1985) iklim yang ekstrim dapat mempengaruhi reproduksi karena dapat mengubah fungsi endokrin dan dapat menunda pencapaian umur pubertas. Ketinggian tempat di tiga lokasi penelitian (Pendahara, Buntut Bali dan Tumbang Lahang) berada pada kisaran 0-700 meter di atas permukaan laut. Hal ini menjadikan kawasan ini memiliki rejim panas (*isohyperthermic*) dan lembab (*udic*). Berdasarkan hasil beberapa kali pengukuran terhadap temperatur dan kelembaban di Pendahara pada bulan April 2010 didapatkan rata-rata temperatur dan kelembaban pada pagi hari 28°C dan >100% sedangkan pada sore hari 34°C dan 93%. Informasi tersebut mengisyaratkan bahwa iklim di lingkungan pemeliharaan sapi Katingan relatif ekstrim.

Manajemen pemeliharaan sapi Katingan dilakukan secara ekstensif, dimana sapi jantan dan betina dilepas bersama-sama di dalam ranch atau di



Gambar 2. Konsentrasi Cu pada Sapi Katingan yang diperiksa hormon progesteronnya.



Gambar 3. Korelasi antara konsentrasi hormon progesteron dan mineral Cu Sapi Katingan.

hutan. Adanya sapi jantan dalam kelompok sapi tersebut yang oleh Rekwort et al. (2000) dikenal dengan istilah *bull biostimulation* berdasarkan hasil penelitiannya mampu mengurangi pencapaian umur awal pubertas. Namun demikian ternyata pencapaian umur awal pubertas pada sapi Katingan relatif lama. Faktor lingkungan diduga lebih menonjol pengaruhnya terhadap awal pubertas, khususnya aspek lahan yang asam yang berpengaruh pada rumput yang dihasilkan (miskin nutrisi dan mineral) dan aspek iklim.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa umur pubertas sapi Katingan betina diestimasikan lebih dari 23 bulan berdasarkan konsentrasi progesteron dan informasi jarak beranak. Faktor lingkungan terutama pakan akibat defisiensi mineral Cu diduga kuat mempengaruhi pencapaian awal umur pubertas Sapi Katingan.

Berdasarkan hasil tersebut disarankan untuk dilakukan penelitian lanjutan terhadap kepastian umur awal pubertas pola pemeliharaan ekstensif. Penelitian lebih lanjut juga perlu dilakukan terhadap lingkungan yang diduga mempengaruhi terhadap pencapaian umur awal pubertas pada Sapi Katingan, misalnya manajemen pemeliharaan pakan, perbaikan padang rumput, pencapaian bobot ideal dewasa kelamin, dll.

DAFTAR PUSTAKA

Abdelgadir AM, Izeldin A, Babiker, Eltayeb AE. 2010. Effect of concentrate supplementation on growth and sexual development of dairy heifers. *J Appl Sci Res.* 6(3):212-217.

Agustina D, Mansjoer SS, Purwanto BP. 2001. Performa reproduksi sapi perah pada tiga zona klimatik di Bogor. *J II Pert Indon.* 10(2):50-57.

Ahmed WM. 2007. Overview on some factors negatively affecting ovarian activity in large farm animals. *Global Vet.* 1(1):53-66.

Ahmed WM, Khadrawy HH, Hanafi EM, El Hameed ARA, Sabra HA. 2009. Effect of copper deficiency on ovarian activity in Egyptian Buffalo-cows. *World J Zool.* 4:01-08.

Al-Shami SA. 2007. Effect of feeding hay supplemented with concentrates on feedlot and reproductive performance of prepubertal Hassawi heifers. *J Anim Vet Adv.* 6:26-28.

Balakrishnan M, Chinnaiya GP, Nair PG, Rao AJ. 1986. Studies on serum progesterone levels in Zebu x Holstein heifers during pre- and peripubertal periods. *Anim Reprod Sci.* 11:11-15. Abstract.

Berardinelli JG, Dailey RA, Butcher RL, Inskeep EK. 1979. Source of progesterone prior to puberty in beef heifers. *J Anim Sci.* 49:1276-1280.

Bishop H, Pfeiffer D. 2008. Factors effecting reproductive performance in Rwandan cattle. *Trop Anim Health Prod.* 40:181-184.

Cooke RF, Arthington JD. 2009. Plasma progesterone concentrations as puberty criteria for Brahman-crossbred heifers. *Livest Sci.* 123:101-105.

Darmono. 2007. Penyakit defisiensi mineral pada ternak ruminansia dan upaya pencegahannya. *J Litbang Pert.* 26:104-108.

Darmono. 2009. Menyiasati peran suplemen logam dan mineral terhadap kesehatan ternak menuju swasembada daging. Orasi pengukuhan profesor riset. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta.

- Desai MC, Thakkar TP, Darshoane A, Janakiramon J. 1982. A note on serum copper and iron in Surti buffalo in relation to reproduction and gonadotropins. *Indian J Anim Sci.* 52:443-444.
- Eduvie LO, Bawa EK, Dawuda PM, Oyedipe EO, Olorunju SAS, Bale JO, Sekon VO. 1993. Factors affecting the reproductive performance of Bunaji cattle under different pastoral management systems in the Guine savanna zone of Nigeria. In: *Improving the productivity of indigenous African livestock.* Vienna: IAEA. Page 31-38.
- Faruque MO, Bhuiyan AKFH. 2002. Cattle and buffalo breeding in Bangladesh. In: Allen J and Ancharlie NA, editors. *Development strategies for genetic evaluation for beef production in developing countries.* Proceedings of an International Khon Kaen Province (Thailand): July 23-28 2001. Canberra, Australian Centre for International Agricultural Research. p. 23-27.
- Gadberry MS, Troxel TR, Davis GV. 2003. Blood trace mineral concentrations of cows and heifers from farms enrolled in the Arkansas beef improvement program. *Arkansas Animal Science Department Report 2003.* Online: <http://arkansasagnews.uark.edu/509-12.pdf>. Tanggal 20 April 2011
- Gartenberg PK, MC Dowell LR, Rodriguez D, Wikiinson N, Conrad JH, Martin FG. 1990. Evaluation of trace mineral status of ruminant in northeast Mexico. *Livestock Res For rural Development* 3(2):1-6.
- Gardner WC, Broersma K, Popp JD, Mir Z, Mir PS, Buckley WT. 2003. Copper and health status of cattle grazing high-molybdenum forage from a reclaimed mine tailing site. *Can J Anim Sci.* 83:479-485.
- Getzewich KE. 2005. Hormonal regulation of the onset puberty in purebred and crossbred Holstein and Jersey heifers. Thesis. The Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Gwazdauskas Fc. 1985. Effects of climate on reproduction in cattle. *J Dairy Sci.* 68:1568-1578. Abstract.
- Kadarsih S. 2003. Peranan ukuran tubuh terhadap bobot badan Sapi Bali di Propinsi Bengkulu. *Jurnal Penelitian UNIB* 9(1):45-48.
- Kanuya NL, Nkya R, Kessy BM. 1993. Reproductive performnace of Tanzania MPWAPWA Cattle at puberty and post-partum. In: *In Improving The Productivity of Indigenous African Livestock.* IAEA. Vienna. Page 49-57.
- Kincaid RL. 1999. Assessment of trace mineral status of ruminants: A review. *Proceedings of the American Society of Animal Science,* 1-10.
- Kincaid RL. 2000. Assessment of trace mineral status of ruminants: A review. *J Anim Sci.* 77: 1-10.
- Leanne MVDW, Hendrick S, Waldner CL. 2010. Serum micronutrient concentrations in beef cows before and after the summer grazing season. *Can J Anim Sci.* 90: 563-574.
- McDowell LR. 1992. *Minerals in Animal and Human Nutrition.* Academic Press, New York.
- Miazi OM, Hossain E, Hassan MM. 2007. Productive and reproductive performance of crossbred and indigenous dairy cows under rural conditions in Comilla, Bangladesh. *Univ J Zool Rajshahi Univ.* 26:67-70.
- Nakada K, Moriyoshi M, Nakao T, Watanabe G, Taya K. 2000. Changes in concentrations of plasma immunoreactive follicle-stimulating hormone, luteinizing hormone, estradiol 17- β , testosterone, progesterone, and inhibin in heifers from birth to puberty. *Domest Anim Endocrinol.* 18:57-69.
- Nogueira GP. 2004. Puberty in South American *Bos indicus* (Zebu) cattle. *Anim Reprod Sci.* 82-83: 361-372.
- Osei SA, Karikari PK, Tuah AK, Gyawu P, Opoku RS, Asiamah M, Heathcote DC. 1993. Studies on the reproductive performance of indigenous beef cattle breeds raised on- farm in Ghana. In: *Improving The Productivity of Indigenous African Livestock.* Vienna: IAEA. Page 103-112.
- Premasundera AS. 2002. Cattle and Buffalo Production and Breeding in Sri Lanka. In: Allen J and Ancharlie NA, editors. *Development Strategies for Genetic Evaluation for Beef Production in Developing Countries* Proceedings of an International Workshop held in Khon Kaen Province, Thailand, July 23-28 2001. Australian Centre for International Agricultural Research. Canberra. P. 81-87.
- Rawlings NC, Evans ACO, Honaramooz A, Bartlewski PM. 2003. Antral follicle growth and endocrine changes in prepubertal cattle, sheep and goats. *Anim Reprod Sci.* 78:259-270.
- Rekwort P, Ogwu D, Oyedipe E, Sekoni V. 2000. Effects of bull exposure and body growth on onset of puberty in Bunaji and Friesian Bunaji heifers. *Reprod Nutr Dev.* 40:359-367.
- Romano MA., Barnabe WH, Silva AEDF, Freitas, Romano. 2005. The effect of nutritional level on advancing age at puberty in Nelore heifers. *Ambiencia Guarapuava PR.* 1:157-167.
- Saenz SI., Walsh JD, Gardner CM, Mulliniks JT, Schilling BS, Hallford DM. 2008. Age at puberty in beef heifers: Criollo Cattle versus British crossbred cattle. *Proceedings, Western Section, American Society of Anim Sci.* 59:237-240.
- Sargentini C, Bozzi R, Rivera PD, Giorgetti A, Martini A, Lupi P, Cazzola PL, Beltempo S, Carelli T. 2007. Onset of puberty in Maremmana heifers. *Ital J Anim Sci.* 6:385-394.
- Shehu DM, Oni OO, Olorunju SAS, Adeyinka IA. 2008. Genetic and phenotypic parameters for body weight of sokoto Gudali (Bokoloji) Cattle. *Int Jor P App Scs.* 2(2):64-67.

- Singh G, Gaur GK, Nivsarkar AE, Patil GR, Mitkari KR. 2002. Deoni cattle breed of India. A study on population dynamics and morphometric characteristics. *Agri.* 32:35-43.
- Son CH, Kang HG, Kim SH. 2001. Application of progesterone measurement for age and body weight at puberty, and postpartum anestrus in Korean Native Cattle. *J Vet Med Sci.* 63(12):1287-1291.
- Stoltz DR, Darmono, Ismawan, Gunawan, Marshall RB. 1985. Bovine copper deficiency in Indonesia. *Proc. 3 rd Animal Sc. Congr. Seoul: Asian-Australian Assoc Animal Prod Soc.* 1:531-533.
- Sutradhar ABC, Hasanuzzaman M, Miazzi OF, Aktaruzzaman M, Faruk MO. 2010. Study on the productive and reproductive performances of Red Chittagong Cow ar rural areas in Chittagong. *Univ J Zool Rajashahi Univ.* 28:27-31.
- Swain RK, Harjit K. 2001. Plasma progesterone levels during prepubertal period and estrous cycle in crossbred heifers fed on two dietary protein levels. *J nuclear agric biol.* 31(2):99-103. Abstract.
- Talib C, Entwistle K, Siregar A, Turner SB, Lindsay D. 2003. Survey of Population and Production Dynamics of Bali Cattle and Existing Breeding Programs in Indonesia. In: Entwistle K and Lindsay DR, editors. *Strategies to Improve Bali Cattle in eastern Indonesia.* ACIAR Proceedings no 110. Proceedings of a Workshop 4-7 February 2002, Bali, Indonesia. Australian Centre for International Agricultural Research. Canberra. Page 3-9.
- Terzano GM, Neglia G, Maschio M, Barile VL, Razzano M, Martiniello P, Cannone I, Borghese A. 2007. Effect of intensive or extensive systems on buffalo heifers performances: onset of puberty and ovarian size. *Ital. J. Anim. Sci.* 6(2):1273-1276.
- Toelihere MR. 1985. *Fisiologi Reproduksi pada Ternak.* Penerbit Angkasa. Bandung.
- Xin Z, Silvia WJ, Waterman DF, Hemken RW, Tucker WB. 1993. Effect of copper status on *In vivo* oxidative modification of erythrocyte luteinizing hormone secretion in dairy steers. *J. Dairy membrane proteins in copper deficiency.* *Free Radical Sci.* 76:437-444