

## Keragaman Genetik DNA Mikrosatelit dan Hubungannya dengan Performa Bobot Badan pada Domba Lokal

C. Sumantri<sup>a</sup>, A. Farajallah<sup>b</sup>, U. Fauzi<sup>a</sup> & J. F. Salamena<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor  
Jl. Agatis Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, email: cece\_sumantri12@yahoo.co.id

<sup>b</sup>Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor

<sup>c</sup>Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Patimura Ambon

(Diterima 14-01-2008; disetujui 10-03-2008)

### ABSTRACT

The objectives of this study were to evaluate polymorphism of microsatellite DNA through the investigation of microsatellite loci of CSSM18, ILST54 and IDVGA30 and its possible association with body weight of local sheep. A total of 266 head of DNA samples was collected from 8 local sheep populations, i.e. Garut fighting type from Ciomas-Bogor (25); Garut meat type from Margawati-Garut (29); thin tail sheep (TTS) from Jonggol-Bogor (33); and fat tail sheep (FTSs) from Indramayu (40), Madura (34), Sumbawa (26), Rote (35) and Donggala (44). Genetic polymorphism among groups of local sheep was calculated in frequency of alleles and genotypes. Association between genotypes and body weight was calculated by general linear model (GLM). Results showed that three loci showed high polymorphisms. CSSM18 locus had 12 genotypes with the highest frequency for CC (46,15%) then for AC (25,64%); whilst frequency of the other 10 genotypes providing AA, AE, BB, BC, BD, BE, CD, CE, DD and EE were less than 7%. IDVGA30 locus had 9 genotypes with three highest frequencies for DD (39,10%), CC (37,97%) and BB (10,90%); while the other 6 genotypes were less than 6 %. ILST54 locus had 8 genotypes with three highest frequencies for AA (39,85%), BB (21,43%) and BC (18,05%) respectively. It could be verified that local sheep possessing typical genotypes of CE in CSSM18 locus and CD in IDVGA30 locus was apparently related with a higher body weight compared to another genotypes; on the contrary, those possessing DD genotypes in ILST54 was seemingly associated with a lower body weight.

*Key words: local sheep, microsatellite DNA, genotypes, body weight*

### PENDAHULUAN

Pemetaan gen pada genom ternak telah membuka cakrawala baru dalam dunia pemuliaan. Rangkaian gen yang bisa dimanfaatkan sebagai penciri genetik dalam

upaya menseleksi sifat produksi dengan nilai ekonomis yang tinggi telah menjadi fokus perhatian dari banyak negara maju. Rangkaian DNA yang dapat digunakan sebagai penciri dalam kegiatan seleksi disebut sebagai *marker assisted selection* (MAS). Uji DNA secara lebih

mudah dan sederhana telah dapat diaplikasikan dalam mendeteksi alel positif pada lokus-lokus yang bernilai ekonomis (economic trait loci/ETL). Banyak ETL kemungkinan besar bersifat kuantitatif (quantitative trait loci/QTL). Lokus-lokus yang demikian berkemampuan untuk mempercepat dan meningkatkan efisiensi bagi program dan kegiatan seleksi dan perkawinan (Weller *et al.*, 2001).

Aplikasi penyandi genetik molekuler dalam berbagai rangkaian kegiatan seleksi dan perkawinan berhasil secara dramatis meningkatkan mutu genetik ternak (Bawden & Nicholas, 1999). Mikrosatelit DNA pada garis dasarnya dimasukkan ke dalam pertimbangan kelompok DNA bukan gen, tetapi karena adanya keterpautan (linkage) antara mikrosatelit DNA dengan gen penyandi yang langsung mengendalikan sifat-sifat ekonomis, maka mikrosatelit DNA menjadi efektif untuk diaplikasikan dalam menseleksi sifat-sifat ekonomis ternak, yang diperkirakan juga bisa diaplikasikan dengan baik pada domba lokal. Mikrosatelit yang paling banyak dijumpai pada mamalia adalah (dC-dA)<sub>n</sub> dan (dT-dG)<sub>n</sub> (Moore *et al.*, 1991). Mikrosatelit disebut juga sebagai *short tandem repeats* (STRs) yang merupakan runutan DNA pendek berulang dengan panjang antara 1-5 bp serta memiliki panjang total sekitar 10-100 bp. Runutan DNA yang berulang meliputi DNA satelit, DNA mini satelit dan DNA mikrosatelit yang dalam genom memiliki jumlah total 15 %.

Mikrosatelit banyak digunakan pemulia sebagai marka pembantu seleksi karena keberadaannya melimpah, bersifat kodominan dan sangat polimorfik (Bennett, 2000). Mikrosatelit merupakan marka genetik yang sering digunakan untuk mempelajari sistem perkawinan dan struktur populasi (Steffen *et al.*, 1993), pautan (linkage), pemetaan kromosom, dan analisis populasi (Silva *et al.*, 1999). Pemetaan QTL dengan menggunakan mikrosatelit untuk sifat pertumbuhan dan komposisi karkas pada sapi telah dilaporkan

sejumlah peneliti seperti Casas *et al.* (2003), Curi *et al.* (2005), Mizoguchi *et al.* (2006) dan Maskur *et al.* (2007); sedangkan pada domba antara lain dilaporkan Walling *et al.* (2004) dan Geldermann *et al.* (2006).

Informasi mengenai keragaman DNA mikrosatelit pada domba lokal ekor gemuk (DEG), domba ekor sedang (DES) dan domba ekor tipis (DET) telah dilaporkan sebelumnya (Sumantri *et al.*, 2007a), tetapi informasi tentang hubungan antara polimorfisme DNA mikrosatelit dengan bobot badan masih sangat kurang. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mendapatkan data dasar tentang keragaman genetik DNA mikrosatelit dan tingkat hubungannya dengan bobot badan pada domba lokal. Melengkapi informasi kegiatan karakterisasi, identifikasi dan seleksi yang sudah cukup banyak dilakukan pada domba lokal, diharapkan data dasar keragaman genetik mikrosatelit pada ketiga lokus yang dipelajari bisa lebih melengkapi informasi yang bermanfaat dalam memberi pertimbangan kebijakan pengembangan dan perbaikan mutu genetik domba lokal di Indonesia.

## MATERI DAN METODE

### Sampel Darah Domba Lokal

Penelitian dilakukan dengan menggunakan sampel darah domba lokal sebanyak 266 ekor. Domba sampel yang digunakan adalah: Garut petangkas berasal dari Ciomas-Bogor; Garut pedaging berasal dari Margawati-Garut (29) dan domba ekor tipis (DET) UP3J Jonggol/Fapet-IPB-Bogor (33); serta domba ekor gemuk (DEG) dari Indramayu (40), DEG Sumbawa (26), DEG Rote (35), DEG Donggala (44) dan DEG Madura (34).

Sampel darah dari setiap ekor domba diambil melalui *vena jugularis* menggunakan tabung *vacutainer* berantikoagulan sebanyak 5 ml. Sampel darah dari domba di luar daerah Bogor diambil menggunakan tabung vakum

tidak berantikoagulan, ditambahkan alkohol 95% dan dikocok hingga homogen, kemudian disimpan dalam suhu ruang.

### Ekstraksi DNA Genom

Ekstraksi DNA genom dilakukan dengan metode Sambrook *et al.* (1989) yang telah dimodifikasi dengan menggunakan buffer lisis sel (350 µl 1xSTE, dan 40 µl 10 % SDS) dan 20 µl proteinase-K. DNA dimurnikan dengan metode fenol-kloroform, yaitu dengan menambahkan 40 µl 5 M NaCl dan 400 µl fenol dan kloroform iso amil alkohol (CIAA). DNA diendapkan dengan 40 µl 5 M NaCl dan 800 µl etanol absolut. Endapan dicuci dengan menambahkan 400 µl 70 % etanol, disentrifugasi dengan kecepatan 12.000 rpm selama 5 menit, etanol dibuang dan diuapkan dengan menggunakan pompa vakum, selanjutnya DNA dilarutkan dengan 80 µl 80% buffer TE.

### Amplifikasi DNA Mikrosatelit dengan Polymerase Chain Reaction (PCR)

Reaksi PCR dilakukan menurut metode Sambrook *et al.* (1989) yang telah dimodifikasi dengan pencampuran merata 100 ng/µl DNA 1,5 µl dengan campuran 1,25 µl 10 x PCR Promega buffer, 1 µl MgCl<sub>2</sub>, 1 µl dNTP dan 0,5 µl dengan masing-masing primer

CSSM18, ILSTS54, IDVGA30 (Cockett *et al.*, 1994) seperti ditampilkan pada Tabel 1. Larutan kemudian ditambahkan 0,15 µl enzim *Taq* polimerase dan air steril sampai volume 12,5 µl. Tabung PCR ini diinkubasi pada mesin *thermocycler* (TaKaRa PCR thermal cycler MP4), dengan program sebagai berikut: Tahap I dilakukan 1 x ulangan, meliputi proses denaturasi awal pada suhu 94 °C selama 5 menit, penempelan primer pada suhu 56 °C selama 1 menit, pemanjangan fragmen DNA pada suhu 72 °C selama 1 menit. Tahap II dilakukan 30 x ulangan, meliputi denaturasi pada suhu 94 °C selama 55 detik, penempelan primer pada suhu 56 °C selama 1 menit, pemanjangan fragmen DNA pada suhu 72 °C selama 70 detik. Tahap III dilakukan pemanjangan akhir fragmen DNA pada suhu 72 °C selama 7 menit, 1 x ulangan.

### Elektroforesis

DNA mikrosatelit produk PCR dipisahkan dengan teknik elektroforesis gel poliakrilamida 8% yang dilanjutkan dengan pewarnaan perak. Sebanyak 2 µl produk PCR dicampur dengan *loading dye*. Elektroforesis dilakukan selama 2,5 jam pada arus listrik konstan 165 mA atau sampai pewarna *bromthymol blue* mencapai bagian bawah gel. Pewarnaan dilakukan dengan metode pewarnaan perak menurut Tegelstrom (1992).

Tabel 1. Informasi primer mikrosatelit lokus CSSM18, ILSTS54 dan IDVGA-30

Lokus*	Suhu annealing	Produk PCR (pb)	Sekuen primer
CSSM18-F	56	120	AGG AAT TCC CTC TAG AAA AGC AGG C
CSSM18-R	56		CGT TCA CTC AGT GTA GTG CTT AA
ILSTS54-F	56	115	GAG GAT CTT GAT TTT GAT GTC C
ILSTS54-R	56		CGT TCA CTC AGT GTA GTG CTT AA
IDVGA-30F	56	120	TGA ATA TGT GTC TCT GAG TGC ATC T
IDVGA-30R	56		TTC TTC CAG CCC TTC TCC AGA GC

Sumber : Cockett *et al.* (1994)

Keterangan: \* lokus terletak pada kromosom 18

### Analisis Data

Penentuan genotipe dilakukan dengan cara melihat banyaknya pita pada gel elektroforesis, heterozigot ditunjukkan dengan dua pita, sedangkan homozigot satu pita. Skoring pita yang paling bawah diberi sandi A, B, C, dan seterusnya sampai pita paling atas. Pita yang memiliki laju sama merupakan alel yang homolog (Nei, 1987). Frekuensi masing-masing alel setiap lokus mikrosatelit dihitung berdasarkan rumus Nei (1987) :

$$X_i = (2n_{ii} + \sum n_{ij}) / (2N)$$

Keterangan :

$j \neq i$

$X_i$  = frekuensi alel ke-i

$n_{ij}$  = jumlah individu untuk genotip  $A_i A_j$

$n_{ii}$  = jumlah individu untuk genotip  $A_i A_i$

$N$  = jumlah sampel

Derajat heterozigositas ( $\hat{h}$ ) dihitung berdasarkan frekuensi alel pada tiap lokus DNA mikrosatelit dengan rumus Nei (1987) sebagai berikut:

$$\hat{h} = 2n (1 - \sum x_i^2) / (2n-1)$$

Keterangan :

$x_i$  = frekuensi alel lokus ke-i

$n$  = jumlah sampel

$\hat{h}$  = heterozigositas lokus

Ragam heterozigositas ( $V_{sl}(\hat{h})$ ) diantara individu dalam satu kesatuan frekuensi alela populasi pada tiap lokus DNA mikrosatelit dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$V_{sl}(\hat{h}) = \frac{2}{2n(2n-1)} \{2(2n-2) \{ \sum x_i^3 - (\sum x_i^2)^2 \} + \sum x_i^2 - (\sum x_i^2)^2 \}$$

dan *standard error* (SE) diperoleh dari akar ragam heterozigositas.

Rataan heterozigositas ( $\hat{H}$ ) dari semua lokus DNA mikrosatelit yang diuji ( $r$ ) dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\hat{H} = \sum \hat{h}_j / r$$

Keterangan :

$\hat{h}_j$  = derajat heterozigositas untuk lokus ke-j

$r$  = jumlah lokus yang diuji

$\hat{H}$  = rata-rata heterozigositas

Hubungan antara tipe genotipe mikrosatelit DNA dengan bobot badan dianalisa menggunakan *general linier model* (GLM) dengan prosedur *least square means* (LSM) (SAS, 1985).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Frekuensi dan Distribusi Alel

Polimorfisme alelik dari ketiga lokus mikrosatelit DNA CSSM18, IDVGA30 dan ILSTS54 yang diamati pada delapan kelompok domba lokal secara umum menunjukkan tingkat variasi yang tinggi. Seperti tertera pada Tabel 2, teridentifikasi lokus CSSM18 dan lokus IDVGA30 memiliki 5 alel (A,B,C,D dan E), dengan kisaran panjang basa masing-masing antara 126-144 pb dan 120-128 pb. Lokus ILSTS54 teridentifikasi hanya mempunyai empat alel (A,B,C dan D) dengan kisaran panjang basa antara 106-112 pb.

Alel A, B, C dan E pada lokus CSSM18 ditemukan dari delapan kelompok domba yang diamati. Sebaliknya, alel D hanya ditemukan pada empat kelompok domba lokal meliputi Garut pedaging dari Margawati, Garut petangkas dari Ciomas-Bogor, DEG dari Indramayu dan Madura. Alel C muncul dengan frekuensi paling tinggi dari keempat alel yang ditemukan pada semua kelompok domba lokal pengamatan, berkisar dari 0,44 pada domba Garut pedaging di Margawati sampai 0,91 pada DEG di Rote. Sementara ketiga alel lainnya memiliki frekuensi lebih rendah, dengan kisaran berurutan untuk alel A 0,03-0,34, alel B 0,01-0,17 dan alel E 0,01-0,14.

Alel C merupakan alel yang umum teridentifikasi pada lokus IDVGA30 untuk semua domba lokal pengamatan. Sebaliknya, keempat alel lainnya tidak muncul pada satu atau lebih kelompok domba, misalnya alel A tidak ditemukan pada domba di Jonggol dan

Tabel 2. Frekuensi alel lokus CSSM18, IDVGA 30, ILSTS54 dan nilai heterozigositas dengan rataannya pada domba lokal

Populasi	Jenis dan ukuran alel (pb) dan heterozigositas ( $\hat{h}$ ) lokus CSSM18					Jenis dan ukuran alel (pb) dan heterozigositas ( $\hat{h}$ ) lokus IDVGA30					Jenis dan ukuran alel (pb) dan heterozigositas ( $\hat{h}$ ) lokus ILSTS54					Rataan heterozigositas ( $\hat{H}$ )		
	A (126)	B (128)	C (136)	D (138)	E (144)	$\hat{h}$ (h)	A (120)	B (122)	C (124)	D (126)	E (128)	$\hat{h}$ (h)	A (106)	B (108)	C (110)		D (112)	$\hat{h}$ (h)
Garut Ciomas	0,33	0,03	0,57	0,02	0,05	0,5723	0,02	0,08	0,27	0,63	0,00	0,5337	0,56	0,18	0,20	0,06	0,6228	0,5763
Jonggol	0,27	0,10	0,53	0,00	0,10	0,6353	0,00	0,00	0,36	0,64	0,00	0,4673	0,26	0,36	0,29	0,09	0,7215	0,6080
Garut Margawati	0,34	0,14	0,44	0,02	0,06	0,6808	0,00	0,20	0,46	0,34	0,00	0,6447	0,52	0,24	0,14	0,10	0,6537	0,6597
Indramayu	0,28	0,11	0,55	0,02	0,04	0,6125	0,03	0,14	0,30	0,53	0,00	0,6174	0,39	0,37	0,19	0,05	0,6809	0,6369
Madura	0,17	0,17	0,46	0,06	0,14	0,7168	0,07	0,05	0,26	0,60	0,02	0,5717	0,28	0,43	0,16	0,13	0,7046	0,6644
Sumbawa	0,08	0,12	0,78	0,00	0,02	0,3778	0,10	0,26	0,22	0,42	0,00	0,7118	0,94	0,04	0,00	0,02	0,1166	0,4021
Rote	0,03	0,03	0,91	0,00	0,03	0,1717	0,02	0,28	0,45	0,25	0,00	0,6666	0,65	0,33	0,01	0,01	0,4752	0,4378
Donggala	0,11	0,01	0,87	0,00	0,01	0,2334	0,11	0,01	0,87	0,00	0,01	0,2334	0,40	0,36	0,19	0,05	0,6795	0,3821
Rataan Heterozigositas ( $\hat{H}$ )						0,5490						0,6420					0,6486	0,6132

Garut pedaging di Margawati, alel B pada domba lokal di Jonggol, alel D pada DEG di Donggala. Sementara alel E hanya muncul pada DEG di Donggala dan Madura dengan frekuensi sangat rendah (0,01-0,02).

Alel A, B dan D merupakan tiga alel yang teridentifikasi untuk semua domba lokal pengamatan dari empat alel yang teridentifikasi pada lokus ILSTS54. Namun demikian, tingkat frekuensi kejadian antara ketiganya bervariasi. Alel A memiliki frekuensi lebih tinggi (0,26-0,94) dibandingkan alel B (0,04-0,43), sedangkan frekuensi alel D sangat rendah (0,01-0,13). Menarik untuk dikaji disini, alel A dari lokus ILSTS54 pada DEG dari Sumbawa memiliki frekuensi sangat tinggi (0,94).

Pengamatan terhadap frekuensi alel ketiga lokus secara bersamaan (Tabel 2), menunjukkan bahwa alel C baik pada lokus CSSM18 maupun lokus IDVGA30 serta alel A pada lokus ILSTS54 cenderung muncul dengan frekuensi sangat tinggi pada DEG di Sumbawa, Donggala dan Rote. Tingginya frekuensi alel A dan C dari ketiga lokus yang diamati, bisa menjadi suatu indikasi dari adanya kekhususan marka penciri pada sebagian besar DEG di wilayah Indonesia Timur.

### Nilai Heterozigositas Alel

Nilai heterozigositas ( $\hat{h}$ ) merupakan cara yang paling akurat untuk mengukur variasi genetik, heterozigositas disebut juga sebagai keragaman gen (Nei, 1987), sedangkan keragaman genetik dalam populasi diukur dengan rata-rata heterozigositas ( $\hat{H}$ ) jika lokus yang diamati lebih dari satu lokus (Nei dan Kumar 2000). Nilai heterozigositas untuk setiap lokus yang diamati pada kedelapan kelompok domba lokal menunjukkan secara umum cukup tinggi dengan nilai rataan heterozigositas ( $\hat{H}$ ) untuk lokus CSSM18 sebesar 0,5490, IDVGA30 sebesar 0,6420 dan ILSTS54 sebesar 0,6486. Pengamatan antara kelompok domba pada lokus CSSM18 menunjukkan nilai heterozigositas ( $\hat{h}$ ) terendah ditemukan pada DEG dari Rote (0,1717),

sebaliknya tertinggi pada DEG dari Madura (0,7168). Nilai heterozigositas ( $\hat{h}$ ) untuk lokus IDVGA30 tertinggi pada DEG dari Sumbawa (0,7118) sedangkan terendah pada DEG dari Donggala (0,2334). Sementara lokus ILSTS54 memiliki nilai heterozigositas ( $\hat{h}$ ) tertinggi pada DET dari Jonggol (0,7215) dan terendah DEG dari Sumbawa (0,1166). Berdasarkan rata-rata nilai heterozigositas ketiga lokus ( $\hat{H}$ ) diketahui bahwa ada empat kelompok domba lokal yang memiliki keragaman alelik tinggi ( $\hat{H} > 0,60$ ), yaitu DEG dari Madura (0,6644), Garut tipe pedaging dari Margawati (0,6597), DEG dari Indramayu (0,6369) dan DET dari Jonggol (0,6080). Tingginya rata-rata nilai heterozigositas ketiga lokus pada keempat kelompok domba tersebut kemungkinan disebabkan dinamika populasi yang cukup tinggi. Beberapa faktor yang dapat menyebabkan hal tersebut dijelaskan oleh Bourdon (2000) antara lain migrasi, mutasi dan persilangan.

### Keragaman dan Distribusi Genotipe dari DNA Mikrosatelit

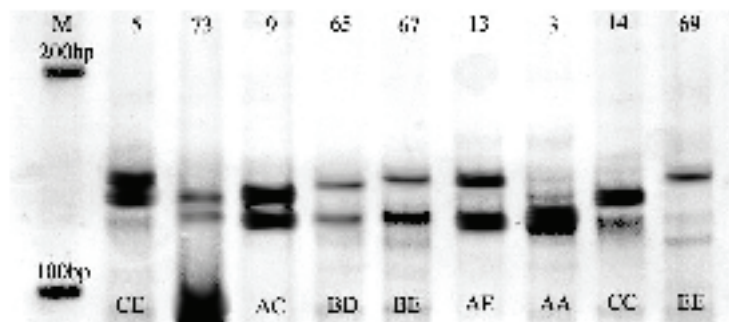
Keragaman genotipe lokus CSSM18 ditampilkan pada Tabel 3. Secara keseluruhan

ditemukan 12 genotipe dengan pola elektroforesis seperti diilustrasikan pada Gambar 1. Keragaman genotipe pada ketiga lokus yang diamati pada delapan kelompok domba lokal secara umum menghasilkan tingkat variasi yang tinggi. Pengamatan total keragaman genotipe dari mikrosatelit DNA pada lokus CSSM18 secara lengkap ada 12 macam tetapi hanya ditemukan pada DEG dari Madura. Kedua belas genotipe tersebut adalah AA, AC, AE, BB, BC, BD, BE, CC, CD, CE, DD dan EE. Keragaman genotipe dari lokus CSSM18 pada ketujuh kelompok domba lainnya diketahui cukup bervariasi dengan jumlah genotipe dari setiap domba berurutan Garut pedaging di Margawati (8 macam), DET di Jonggol (8 macam), DEG di Indramayu (8 macam), Garut petangkas di Ciomas (6 macam), DEG di Rote (3 macam) dan Donggala (3 macam). Berdasarkan hal tersebut, ketiga domba lokal Garut pedaging di Margawati, DET di Jonggol dan Garut petangkas di Ciomas masih memiliki keragaman genotipe lokus CSSM18 cukup tinggi (6-8 macam).

Pengamatan terhadap frekuensi genotipe antara kelompok domba menunjukkan total genotipe CC muncul dengan frekuensi

Tabel 3. Frekuensi genotipe mikrosatelit DNA lokus CSSM 18 pada domba lokal

Genotipe	Ciomas	Jonggol	Margawati	Indramayu	Madura	Sumbawa	Rote	Donggala	Total
	(n)/(%)	(n)/(%)	(n)/(%)	(n)/(%)	(n)/(%)	(n)/(%)	(n)/(%)	(n)/(%)	(n)/(%)
AA	5 (17,24)	1(2,86)	2(8,00)	4(9,76)	1(2,63)	0(0,00)	1(2,94)	0(0,00)	14(5,13)
AC	9(31,03)	12(34,29)	12(48,00)	14(34,15)	9(23,68)	4(15,38)	0(0,00)	10(22,22)	70(25,64)
AE	0(0,0)	5(14,29)	1(4,00)	1(2,44)	1(2,63)	0(0,00)	0(0,00)	0(0,00)	8(2,93)
BB	0(0,0)	2(5,71)	1(4,00)	2(4,88)	1(2,63)	0(0,00)	0(0,00)	0(0,00)	6(2,20)
BC	2(6,90)	2(5,71)	3(12,00)	3(7,32)	3(7,89)	5(19,23)	0(0,00)	0(0,00)	18(6,59)
BD	0(0,0)	0(0,00)	0(0,00)	0(0,00)	1(2,63)	0(0,00)	0(0,00)	0(0,00)	1(0,37)
BE	0(0,0)	1(2,86)	2(8,00)	2(4,88)	7(18,42)	1(3,85)	2(5,88)	1(2,22)	16(5,86)
CC	9(31,03)	11(31,43)	3(12,00)	13(31,71)	9(23,68)	16(61,54)	31(91,18)	34(75,56)	126(46,15)
CD	1(3,45)	0(0,00)	1(4,00)	2(4,88)	2(5,26)	0(0,00)	0(0,00)	0(0,00)	6(2,20)
CE	3(10,35)	1(2,86)	0(0,00)	0(0,00)	2(5,26)	0(0,00)	0(0,00)	0(0,00)	6(2,20)
DD	0(0,00)	0(0,00)	0(0,00)	0(0,00)	1(2,63)	0(0,00)	0(0,00)	0(0,00)	1(0,37)
EE	0(0,00)	0(0,00)	0(0,00)	0(0,00)	1(2,63)	0(0,00)	0(0,00)	0(0,00)	1(0,37)
Jumlah	29(100,0)	35(100,0)	25(100,0)	41(100,0)	38(100,0)	26(100,0)	34(100,0)	45(100,0)	273(100,0)



Gambar 1. Pola pita lokus CSSM18 dielektroforesis pada gel poliakrilamida 8%. Kolom 2 genotipe CE, kolom 3 dan 4 genotipe AC, kolom 5 genotipe BD, kolom 6 genotipe BE, kolom 7 genotipe AE, kolom 8 AA, kolom 9 genotipe CC dan kolom 10 genotipe EE

tertinggi (46,15%), sebaliknya frekuensi terendah ditemukan pada BE, DD, EE dengan nilai frekuensi sama (0,37 %). Genotipe CC mempunyai frekuensi sangat tinggi pada DEG di Rote (91,18%), diikuti DEG di Donggala (75,56%) dan DEG di Sumbawa (61,54%). Sebaliknya untuk domba lokal dari kawasan Barat Indonesia, domba Garut petangkas dan pedaging, memiliki frekuensi genotipe CC bervariasi dan lebih rendah (12,00 - 31,71%). Sementara genotipe BD, DD dan EE hanya ditemukan pada DEG Madura dengan frekuensi yang relatif sama dan rendah (2,63%). Frekuensi genotipe AC nomor dua tertinggi setelah CC, dengan nilai total 25,64%. Frekuensi genotipe AC tersebut sangat tinggi pada Garut pedaging di Margawati (48,00%), DET di Jonggol (34,29%), DEG di Indramayu (34,15%) dan Garut petangkas di Ciomas (31,03%).

Keragaman genotipe mikrosatelit DNA pada lokus IDVGA30 dari kedelapan kelompok domba lokal diperlihatkan pada Tabel 4. Berdasarkan pita elektroforesis (Gambar 2) diketahui ada sembilan tipe genotipe dari lokus IDVGA30, tetapi tidak satupun kelompok domba lokal mempunyai kesembilan genotipe tersebut secara lengkap, meskipun demikian, DEG dari Madura mempunyai enam genotipe yaitu AA, AC, AE, BB, CC dan DD. Sebaliknya domba DEG dari Rote dan Donggala

mempunyai keragaman genotipe terendah dengan tiga genotipe, yaitu AC, CC dan DD (Rote) serta AC, BE dan CC (Donggala). Menarik untuk dikaji lebih jauh genotipe DE hanya dimiliki oleh DEG di Donggala, sedangkan genotipe AE ditemukan hanya pada DEG di Madura, tetapi dengan frekuensi keduanya sangat rendah (2,56%). Genotipe dengan frekuensi tinggi pada lokus IDVGA30 ada 2, yaitu CC dan DD; sedangkan ketujuh genotipe lainnya mempunyai frekuensi lebih kecil dari 6%. Total frekuensi genotipe CC sebesar 41,56% (berkisar 25,00-75,56%), sedangkan genotipe DD sebesar 42,80% dengan kisaran (0,00-66,66%).

Keragaman genotipe lokus IDVGA30 pada penelitian ini lebih rendah bila dibandingkan dengan penelitian Hidayat (2004) pada domba PUSLITNAK yang melaporkan adanya 12 genotipe. Hal ini disebabkan domba PUSLITNAK merupakan domba komposit campuran tiga bangsa (Garut, Sint Croix dan Barbados).

Keragaman genotipe pada lokus ILST54 menunjukkan ada delapan genotipe, yaitu AA, AC, AD, BB, BC, BD, CC dan DD (Tabel 5), selanjutnya secara total ditemukan delapan genotipe dengan pita elektroforesis diilustrasikan pada Gambar 3. Jumlah genotipe tertinggi dengan tujuh genotipe ditemukan pada DET di Jonggol, sebaliknya frekuensi

Tabel 4. Frekuensi genotipe mikrosatelit lokus IDVGA 30 pada domba lokal

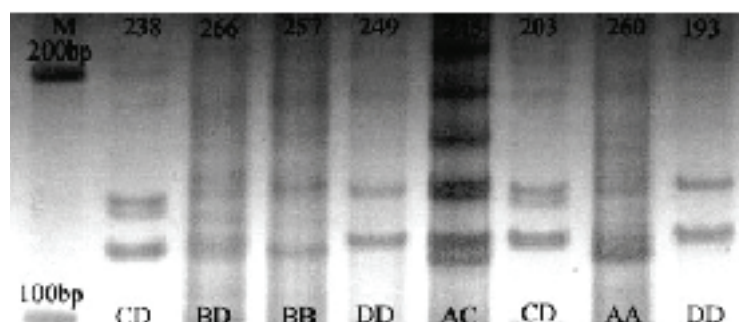
Genotipe	Ciomas	Jonggol	Margawati	Indramayu	Madura	Sumbawa	Rote	Donggala	Total
	(n)/(%)	(n)/(%)	(n)/(%)	(n)/(%)	(n)/(%)	(n)/(%)	(n)/(%)	(n)/(%)	(n)/(%)
AA	0(0,00)	0(0,00)	0(0,00)	1(3,13)	2(5,13)	2(10,53)	0(0,00)	0(0,00)	5(2,06)
AC	1(4,17)	0(0,00)	0(0,00)	0(0,00)	1(2,56)	1(5,26)	1(4,35)	10(22,22)	14(5,76)
AE	0(0,00)	0(0,00)	0(0,00)	0(0,00)	1(2,56)	0(0,00)	0(0,00)	0(0,00)	1(0,38)
BB	0(0,0)	2(5,26)	1(4,35)	2(6,25)	1(2,56)	0(0,00)	0(0,00)	0(0,00)	6(2,20)
BD	0(0,00)	0(0,00)	1(4,35)	0(0,00)	0(0,00)	1(5,26)	0(0,00)	0(0,00)	2(0,75)
BE	0(0,00)	0(0,00)	0(0,00)	0(0,00)	0(0,00)	0(0,00)	0(0,00)	1(2,22)	1(0,41)
CC	6(25,00)	12(31,58)	11(47,85)	9(28,13)	10(25,64)	5(26,32)	14(60,87)	34(75,56)	101(41,56)
CD	1(4,17)	2(5,26)	3(13,05)	3(9,38)	0(0,00)	0(0,00)	0(0,0)	0(0,00)	9(3,70)
DD	16(66,66)	22(57,90)	7(30,45)	17(53,13)	24(61,54)	10(52,63)	8(34,78)	0(0,00)	104(42,80)
Jumlah	24(100,0)	38(100,0)	23(100,0)	32(100,0)	39(100,0)	19(100,0)	23(100,0)	45(100,0)	243(100,0)

genotipe terendah diidentifikasi pada DEG di Sumbawa dengan tiga genotipe (AA, AD dan BB). Ketidakhadiran genotipe tertentu seperti BD pada DET di Jonggol dan DEG Madura, genotipe CC pada Garut pedaging dan Garut petangkas, dan genotipe DD pada DEG Donggala merupakan sesuatu yang menarik. Ketidakhadiran genotipe-genotipe tersebut bukan disebabkan oleh tidak adanya alel dalam kelompok (Tabel 2), tetapi kemungkinan disebabkan adanya seleksi individu bergenotipe tertentu, sehingga perkawinan secara acak tidak terjadi.

Secara umum genotipe AA dimiliki oleh semua kelompok domba lokal, dengan frekuensi tertinggi pada DEG di Sumbawa

(92,31%), diikuti DEG di Rote (62,86%) dan domba Garut petangkas di Ciomas (48,00%). Sebaliknya frekuensi genotipe terendah diidentifikasi pada DET di Jonggol (12,12%). Genotipe AA, AD dan BB merupakan genotipe yang banyak dimiliki oleh domba lokal, tetapi dengan tingkat frekuensi lebih rendah jika dibandingkan genotipe AA. Frekuensi genotipe AD terendah pada DEG di Rote (2,86%), sedangkan frekuensi tertinggi pada DET di Jonggol (12,12%); sementara untuk genotipe BB terendah pada DEG di Sumbawa (3,85%), sedangkan frekuensi tertinggi pada DEG di Rote (31,43%).

Berdasarkan uraian sebelumnya, dapat dijelaskan lebih jauh bahwa domba ekor



Gambar 2. Pola pita lokus IDVGA30 dielektroforesis pada gel akrilamida 8%. Kolom 2 dan 7 genotipe CD, kolom 3 genotipe BD, kolom 4 genotipe BB, kolom 5 dan 9 genotipe DD, kolom 6 genotipe AC.

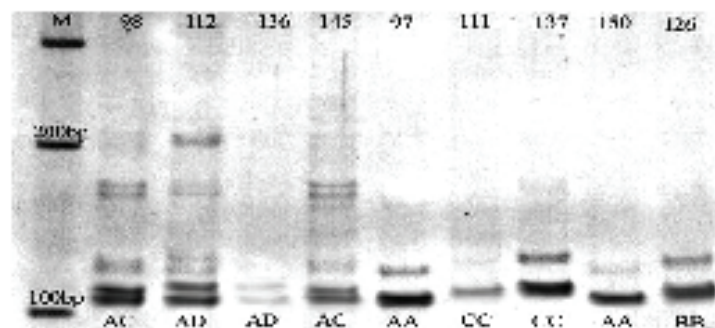
Tabel. 5. Frekuensi genotipe mikrosatelit lokus ILSTS54 pada domba lokal

Genotipe	Ciomas	Jonggol	Margawati	Indramayu	Madura	Sumbawa	Rote	Donggala	Gabungan
	(n)/(%)	(n)/(%)	(n)/(%)	(n)/(%)	(n)/(%)	(n)/(%)	(n)/(%)	(n)/(%)	(n)/(%)
AA	12(48,00)	4(12,12)	11(37,93)	12(30,00)	8(23,53)	24(92,31)	22(62,86)	13(28,89)	106(39,70)
AC	3(12,00)	5(15,15)	5(17,24)	3(7,50)	0(0,00)	0(0,00)	0(0,00)	5(11,11)	21(7,87)
AD	1(4,00)	4(12,12)	3(10,34)	4(10,00)	3(8,82)	1(3,85)	1(2,86)	4(8,89)	21(7,87)
BB	1(4,00)	7(21,21)	5(17,24)	10(25,00)	10(29,41)	1(3,85)	11(31,43)	12(26,67)	57(21,35)
BC	7(28,00)	10(30,30)	3(10,34)	10(25,00)	9(26,47)	0(0,00)	1(2,86)	8(17,78)	48(17,98)
BD	0(0,00)	0(0,00)	1(3,45)	0(0,00)	0(0,00)	0(0,00)	0(0,00)	1(2,22)	2(0,75)
CC	0(0,00)	2(6,07)	0(0,00)	1(2,50)	1(2,94)	0(0,00)	0(0,00)	2(4,44)	6(2,25)
DD	1(4,00)	1(3,03)	1(3,45)	0(0,00)	3(8,82)	0(0,00)	0(0,00)	0(0,00)	6(2,25)
Jumlah	25(100,0)	33(100,0)	29(100,0)	40(100,0)	34(100,0)	26(100,0)	35(100,0)	45(100,0)	267(100,0)

gemuk mempunyai frekuensi alel C pada lokus CSSM18 tertinggi pada DEG dari Rote, sebaliknya terendah pada domba Garut pedaging di Margawati. Demikian pula alel C pada lokus IDVGA30 tertinggi pada DEG di Donggala dan terendah pada DEG di Sumbawa. Selanjutnya alel A pada lokus ILSTS54 tertinggi pada DEG di Sumbawa dan terendah pada DEG di Jonggol. Alel yang jarang dan dengan frekuensi rendah pada lokus CSSM18 yaitu alel D dan E; sedangkan pada lokus IDVGA30 yaitu alel E. Rendahnya alel-alel tersebut berdampak langsung terhadap rendahnya frekuensi genotipe tertentu pada domba lokal pengamatan seperti genotipe BD, DD dan EE pada lokus CSSM18, genotipe AE,

BB, BD, BE dan CD pada lokus IDVGA30 dan genotipe BD, CC dan DD pada lokus ILSTS54 (Tabel 2, 3 dan 4).

Adanya keragaman genotipe dari ketiga lokus antar kedelapan kelompok domba lokal memperkuat hasil penelitian sebelumnya (Sumantri *et al.*, 2007b) yang melaporkan adanya keragaman yang tinggi secara morfologis pada delapan jenis domba lokal meliputi Garut, Jonggol, DEG Madura, DEG Indramayu, Sumbawa, Rote, Donggala dan Kisar. Demikian pula berdasarkan pohon fenogram domba lokal tersebut dapat dikelompokkan ke dalam lima kluster yaitu: 1) domba Garut, 2) Jonggol, 3) DEG Madura dan DEG Indramayu, 4) Donggala dan 5) Rote, Sumbawa dan Kisar.



Gambar 3. Pola pita lokus ILSTS054 dielektroforesis pada akrilamida 8 %. Kolom 2 dan 5 genotipe AC, kolom 3 dan 4 genotipe AD, kolom 6 dan 9 genotipe AA, kolom 7 dan 8 genotipe CC dan kolom 10 genotipe BB

Tabel 6. Hubungan antara genotipe mikrosatelit lokus CSSM18 dengan bobot badan

Genotipe	Jumlah individu	Frekuensi (%)	Bobot badan	KV % (koefisien variasi)
AA	14	5,13	35,36±12,44 <sup>a</sup>	35,18
AC	70	25,64	30,37±11,99 <sup>a</sup>	39,45
CC	126	46,15	24,99±8,81 <sup>b</sup>	35,25
AE	8	2,93	28,60±6,68 <sup>b</sup>	24,56
EE	1	0,37	23,00±0,00 <sup>b</sup>	0,00
CE	6	2,20	37,42±8,48 <sup>a</sup>	22,66
BC	18	6,59	30,48±10,62 <sup>a</sup>	38,84
BE	16	5,86	24,67±9,49 <sup>b</sup>	38,47
BB	6	2,20	23,35±7,47 <sup>b</sup>	31,99
BD	1	0,37	27,50±0,00 <sup>b</sup>	0,00
CD	6	2,20	19,87±8,80 <sup>b</sup>	44,69
DD	1	0,37	21,00±0,00 <sup>b</sup>	0,00
Total	(273)	100,00		

Keterangan: superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ( $P < 0,05$ ).

#### Hubungan Genotipe DNA Mikrosatelit dengan Bobot Badan

Hubungan keragaman genotipe dari ketiga lokus dengan bobot badan pada kedelapan kelompok domba lokal terdapat pada Tabel 6. Domba bergenotipe CE, AA, AC dan BC pada lokus CSSM18, mempunyai rataan bobot badan yang tidak berbeda, dengan kisaran antara 30,37-37,42 kg. Namun demikian

keempat genotipe tersebut mempunyai rataan bobot badan lebih tinggi ( $P < 0,05$ ) dibandingkan domba dengan delapan genotipe lainnya. Bila dilihat dari Tabel 3, domba yang memiliki keempat genotipe AA, AC, BC dan CE adalah Garut petangkas di Ciomas, DET di Jonggol dan DEG Madura; sedangkan domba Garut pedaging di Margawati dan DEG dari Indramayu bergenotipe AA, AC dan BC.

Tabel 7. Hubungan antara genotipe mikrosatelit lokus IDVGA30 dengan bobot badan

Genotipe	Jumlah individu	Frekuensi (%)	Bobot badan	KV % (koefisien variasi)
AA	(5)	1,88	21,80±5,98 <sup>b</sup>	27,43
AC	(5)	5,26	26,00±10,82 <sup>b</sup>	41,62
CC	(79)	37,97	23,57±9,52 <sup>b</sup>	40,39
AE	(2)	0,75	23,00±4,24 <sup>b</sup>	18,43
BB	(29)	10,90	28,59±8,93 <sup>b</sup>	31,23
BD	(2)	0,75	22,00±4,24 <sup>b</sup>	19,27
CD	(9)	3,38	38,11±19,25 <sup>a</sup>	50,51
DD	(135)	50,1	28,62±9,48 <sup>b</sup>	33,12
Total	266	100,00		

Keterangan: superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ( $P < 0,05$ ).

Tabel 8. Hubungan genotipe mikrosatelit lokus ILSTS54 dengan tampilan bobot badan pada domba lokal

Genotipe	Jumlah individu	Frekuensi (%)	Bobot badan	KV % (koefisien variasi)
AA	106	39,85	27,13±10,61 <sup>a</sup>	39,10
AC	21	7,89	31,57±12,62 <sup>a</sup>	39,97
CC	6	2,26	32,45±10,88 <sup>a</sup>	33,53
BC	48	18,05	26,19±10,98 <sup>a</sup>	41,92
BB	57	21,43	25,86±9,72 <sup>a</sup>	37,59
BD	1	0,37	28,00±0,00 <sup>a</sup>	0,00
DD	6	2,26	21,17±4,05 <sup>b</sup>	19,13
AD	21	7,89	27,09±7,99 <sup>a</sup>	29,49
Total	(266)	100,00		

Keterangan: superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ( $P < 0,05$ ).

Domba bergenotipe CD pada lokus IDVGA30 (Tabel 7) mempunyai rataan bobot badan 38,11 kg lebih tinggi ( $P < 0,05$ ) daripada domba dengan tujuh genotipe lainnya. Domba bergenotipe CD pada lokus IDVGA30 hanya dipunyai oleh domba Garut petangkas di Ciomas, DET di Jonggol, Garut pedaging di Margawati dan DEG di Indramayu.

Domba bergenotipe DD pada lokus ILSTS54 mempunyai rataan bobot badan lebih kecil ( $P < 0,05$ ) dibandingkan dengan 8 genotipe lainnya, dengan rataan bobot badan 21,17 kg (Tabel 8), sedangkan ketujuh kelompok lainnya mempunyai rataan bobot badan yang hampir sama, dengan kisaran 25,86-32,45 kg. Meskipun demikian, domba bergenotipe CC cenderung berbobot badan tertinggi 32,45 kg, dengan distribusi genotipenya (Tabel 5), tersebar pada empat kelompok domba yaitu DET di Jonggol, DEG di Donggala, DEG di Madura dan DEG Indramayu.

Tingginya bobot badan dari ketiga genotipe CE, BC dan AC pada lokus CSSM018 dan CD pada lokus IDVGA30, kemungkinan diakibatkan adanya faktor heterosis positif yang memberikan performa lebih baik dari rataan tetuanya (Bourdon, 2000). Tingginya koefisien keragaman pada bobot badan pada genotipe

yang sama (19,13-50,51) menunjukkan masih tingginya keragaman didalam kelompok. Mikrosatelit digolongkan kedalam penciri genetik bukan gen, oleh karena itu adanya hubungan langsung antara genotipe mikrosatelit DNA dengan bobot badan, kemungkinan disebabkan adanya keterkaitan dengan gen lain.

Keterkaitan antara mikrosatelit DNA dengan bobot badan dan bobot karkas telah dilaporkan Lien *et al.* (1999) yang menyatakan mikrosatelit CSSM18 dan IDVGA30 terletak pada kromosom 18 dan berjarak sangat dekat (5,026 cM) dari gen *callipyge*. Gen *callipyge* mengakibatkan hipertropi pada otot yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan, efisiensi pakan dan reproduksi (Jackson *et al.*, 1997), peningkatan bobot badan dan kualitas karkas (Frecking *et al.*, 1998) dan peningkatan kualitas daging (Frecking *et al.*, 1999). Selanjutnya Walling *et al.* (2004) melaporkan adanya QTL pada kromosom satu dengan marka mikrosatelit BM8246 dan McM130 diketahui sangat berpengaruh ( $P < 0,01$ ) terhadap ketebalan dan distribusi otot, sedangkan untuk ketebalan lemak ditemukan pada kromosom 2 dengan marka mikrosatelit ILSTS030. Geldermann *et al.* (2006) melaporkan genotipe

mikrosatelit OLA-DRB1 berpengaruh secara nyata terhadap pertumbuhan dan sifat-sifat reproduksi pada domba Merino.

### KESIMPULAN

Alel C baik pada lokus CSSM18 maupun lokus IDVGA30 serta alel A pada lokus ILSTS54 cenderung muncul dengan frekuensi sangat tinggi pada DEG di Sumbawa, Donggala dan Rote. Tingginya frekuensi alel A dan C dari ketiga lokus yang diamati, bisa menjadi suatu indikasi adanya kekhususan marka penciri pada sebagian besar DEG di wilayah Indonesia Timur. Domba lokal di wilayah Indonesia Barat mempunyai nilai rata-rata heterozigositas ( $\hat{H}$ ) lebih tinggi (0,5763-0,6644) bila dibandingkan di wilayah Indonesia Timur (0,3821-0,4378), yang menggambarkan keragaman genetik relatif besar pada domba lokal di Indonesia Barat.

Genotipe AA, AC, BC dan CE pada lokus CSSM18 serta dan genotipe CD pada lokus IDVGA30 memperlihatkan hubungan dengan bobot badan yang tinggi, sebaliknya genotipe DD pada lokus ILSTS54 cenderung berkorelasi dengan bobot badan yang rendah. Keempat genotipe pada lokus CSSM18 terdistribusi pada domba Garut petangkas dari Ciomas, DET dari Jonggol dan DEG dari Madura; sedangkan alel CD dari lokus IDVGA30 terdistribusi pada Garut pedaging di Margawati, Garut petangkas di Ciomas dan DEG di Indramayu. Berdasarkan hal di atas, terlihat ada suatu indikasi awal bahwa kelima genotipe (lokus CSSM18 dan IDVGA30) yang berkorelasi dengan bobot badan tinggi tersebut cenderung terdistribusi pada domba lokal di wilayah Indonesia Barat.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Kementerian Riset dan Teknologi RI yang telah mendanai penelitian ini melalui Program RUT XII No. 12/Perj/Dep.III/RUT/PPKI/II/2005.

### DAFTAR PUSTAKA

- Bawden, W.S. & K.R. Nicholas.** 1999. Molecular Genetics of Milk Production. In: R. Fries & A. Ruvinsky (Eds). The Genetics of Cattle. CABI Publishing, London, UK. 539-576.
- Bennet, P.** 2000. Microsatellites. J. Clin. Pathol. Mol. Pathol 53:177-183.
- Bourdon, R.M.** 2000. Understanding Animal Breeding. 2<sup>nd</sup> Edition. Prentice Hall, New Jersey, USA.
- Casas, E., S.D. Shackelford, J.W. Keele, M. Koochmaraie, T.P. Smith & R.T. Stone.** 2003. Detection of quantitative trait loci for growth and carcass composition in cattle. J. Anim. Sci. 81:2976-2983.
- Cockett, N.E., S.P. Jackson, T.L. Shay, D. Nielson, S.S. Moore, M.R. Steele, W. Barendse, R.D. Green & M. Georges.** 1994. Chromosomal localization of the callipyge gene in sheep (*Ovis aries*) using bovine DNA markers. Proc. Natl.Acad.Sci.91:3019-3023.
- Curi, R.A., H.N. Oliveirn, A.C. Silveira & C.R. Lopes.** 2005. Effect of polymorphic microsatellites in the regulatory region of IGF and GHR on growth and carcass traits in beef cattle. Anim. Genet. 36:56-62.
- Freking, B.A., J.W. Keele, M.K. Nielsen & K.A. Leymaster.** 1998. Evaluation of the ovine callipyge locus: II. Genotypic effects on growth, slaughter, and carcass traits J. Anim. Sci. 76:2549-2559.
- Freking, B.A., J.W. Keele, S.D. Shackelford, T.L. Wheeler, M. Koochmaraie, M.K. Nielsen, & K.A. Leymaster.** 1999. Evaluation of the ovine callipyge locus: III. Genotypic effects on meat quality traits. J. Anim. Sci. 77:2336-2344.
- Geldermann, H., M.R. Mer, W. Kuss, & H. Bartenschlager.** 2006. OLA-DRB1 microsatellite variants are associated with ovine growth and reproduction traits. Genet. Sel. Evol. 38:431-444.
- Hidayat.** 2004. Penggunaan penanda molekuler mikrosatelit IDVGA-30 dan CSSM018 sebagai penanda sifat cepat tumbuh pada domba Garut. Skripsi. Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor.
- Jackson, S.P., H.F. Miller & R.D. Green.** 1997. Phenotypic characterization of rambouillet sheep expression the callipyge gene: III. Muscle weight and muscle weight distribution. J. Anim. Sci. 75:133-138.

- Lien, S., N.E. Cocket, H. Klungland,, N. Arnheim, M. Geoges & L. Gomez-Raya.** 1999. High resolution gametic map of the sheep callipyge region: Linkage heterogeneity rams detected by sperm typing. *Anim. Genet.* 30:42-46.
- Maskur, Muladno & B. Tappa.** 2007. Identifikasi genetik menggunakan marker mikrosatelit dan hubungannya dengan sifat kuantitatif pada sapi. *Media Peternakan.* 30:147-155.
- Mizoguchi, Y., T. Watanabe, K. Fujinaka, E. Iwamoto & Y. Sugimoto.** 2006. Mapping of quantitative trait loci for carcass traits in a Japanese Black (Wagyu) cattle population. *Anim. Genet.* 37:51-54.
- Moore, S.S., L.L. Sargeant, J.J. King, J.S. Mattick, M. Georges & D.J.S. Hetzel.** 1991. The conservation of dinucleotide microsatellites among mammalian genomes allow the of heterologous PCR primer pairs in closely related species. *Genomics.* 10:654-660.
- Nei, M.** 1987. *Molecular Evolutionary Genetics.* Columbia University Press, New York.
- Nei, M, & S. Kumar.** 2000 *Molecular Evolution and Phylogenetics.* Oxford University Press. Inc., New York.
- Sambrook, J., E.F. Fritsch, & T. Maniatis.** 1989. *Molecular Cloning Laboratory Manual* 3<sup>rd</sup> Ed. Cold Spring Harbour Lab. Press., New York.
- Silva, F., L. Gusmao & A. Amorim.** 1999. Segregation analysis of tetra and pentanucleotide short tandem repeat polymorphism: Deviation from Mendelian expectations. *Electrophoresis,* 20:1697-1701.
- Sumantri, C., U. Fauzi & A. Farajallah.** 2007a. The variation of microsatellite DNA among fat, medium and thin tail local sheeps. *J. Ilmiah Ilmu Peternakan dan Perikanan, Protein.*14:1-8.
- Sumantri, C., A. Einstiana, J.F. Salamena & I. Inounu.** 2007b. Keragaan dan hubungan phylogenetik antar domba lokal di Indonesia melalui pendekatan analisis morfologi. *JITV.*12 :42-54.
- Statistics Analytical System.** 1985. *SAS User's Guide.* SAS Inst. Inc. North Carolina, USA.
- Steffen, P., A. Eggen, A.B. Dietz, J.E. Womack, G. Stranzinger & R Fries.** 1993. Isolation and mapping polymorphic microsatellites in cattle. *Anim. Genet.* 24:121-124.
- Tegelstrom, H.** 1992. Mitochondrial DNA in natural population: An improved routine for screening of genetic variation baed on sensitive silver staining. *Electrophoresis.* 7:226-229.
- Walling, G.A., P.M. Visscher, A.O. Wilson, B.L. McTeir, G. Simon & S.C. Bishop.** 2004. Mapping of quantitative trait loci for growth and carcasses traits in commercial sheep populations. *J. Anim. Sci.* 82:2234-2245.
- Weller, J.I.** 2001. *Quantitative Trait Loci Analysis in Animals.* CABI Publishing, New York, USA.