

## PENGARUH GENOTIPE KAPPA KASEIN ( $\kappa$ -KASEIN) TERHADAP KUALITAS SUSU PADA SAPI PERAH FH DI BPTU BATURRADEN

(The Effect of  $\kappa$ -Casein Genotype on Milk Quality of Holstein-Friesian (HF)  
Dairy Cattle in BPTU Baturraden)

CECE SUMANTRI<sup>1</sup>, R.R.A. MAHESWARI<sup>1</sup>, A. ANGGRAENI<sup>3</sup>, K. DIWYANTO<sup>3</sup> dan A. FARAJALLAH<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor

<sup>2</sup>Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor

<sup>3</sup>Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan

### ABSTRACT

The objective of this research was to study the effect of  $\kappa$ -casein genotype on milk quality of Holstein-Friesian (HF) dairy cattle in BPTU Baturraden. Lactated cows were selected proportionally based on the consideration for three protein classification (high level for protein yield >3.89881%, moderate 2.76339-3.89661% and low < 2.76339%. Fat yield classification (high level >3.73455%, moderate 3.15405-3.7345% and low < 3.15045%). The research activities were carried out through: blood collecting, DNA isolating, amplifying DNA with PCR and PCR products were digested by Pst I enzyme restriction, and identifying correlation between  $\kappa$ -casein gene polymorphism on protein and fat yield. The frequency of genotype and gene of  $\kappa$ -casein was calculated by Warwick and Legates, whereas the significant test of genotype frequency between observation and expectation was calculated by  $\chi^2$  test. The result showed that the frequency of gene B in high protein yield classification higher than gene A (0.55 vs 0.45). On the contrary, the frequency of gene B in low protein yield classification lower than A (0.20 vs 0.80). The genotype of  $\kappa$ -casein gene had affected significantly on the protein yield and had not effect on fat yield.

**Key Words:**  $\kappa$ -Casein Gene, Protein Yield, Fat Yield, Milk Quality

### ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini untuk mempelajari pengaruh genotipe dari gen  $\kappa$ -kasein terhadap kualitas susu. Penelitian menggunakan sapi FH yang dipelihara oleh BPTU Baturraden, Purwokerto. Jumlah seluruh sapi FH laktasi yang dievaluasi nilai kualitas susunya berdasarkan data sekunder dan primer tercatat ada 176 ekor. Tahapan kegiatan meliputi: pengambilan sampel darah sapi untuk diidentifikasi polimorfisme gen  $\kappa$ -kaseinnya, amplifikasi DNA dengan PCR dan produknya dipotong menggunakan enzim Pst I, dan identifikasi korelasi antara polimorfisme gen  $\kappa$ -kasein dengan sifat produksi susu. Frekuensi genotipe dan alel gen  $\kappa$ -casein dihitung dengan metode Warwick dan Legates, sedangkan uji nyata dari frekuensi genotipe teramati dan harapan dihitung menggunakan Uji Kebaikan-Suai ( $\chi^2$ ). Hasil menunjukkan bahwa genotipe AB mempunyai nilai berat jenis (BJ) tertinggi 1,028556, AA (1,0260195) dan BB (1,026657) dan juga mempunyai kadar lemak tertinggi (3,777904%), AA (3,4473183) dan BB (3,359559). Genotipe AA mempunyai nilai rataan bahan kering (BK) dan bahan kering tanpa lemak (BKTL) (10,9906 dan 7,5217754), AB (10,99068 dan 7,511449) dan BB (10,80255 dan 7,452985). Genotipe BB mempunyai rataan kadar protein tertinggi (3,66 %), terendah AA (3,3 0%) sedangkan AB berada diantaranya (3,42%). Genotipe BB dan AB mempunyai frekuensi yang tinggi (0,364) pada klasifikasi kadar protein susu tinggi, sedangkan pada klasifikasi kadar protein susu sedang didominasi oleh genotipe AB (0,59). Pada klasifikasi kadar protein susu rendah genotipe AA mempunyai frekuensi yang sangat tinggi (0,80) bila dibandingkan dengan genotipe BB (0,20) dan genotipe AB (0,00). Perbedaan frekuensi gen pada kelompok sapi berdasarkan kadar protein susu disebabkan oleh adanya pengaruh genotipe secara nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap protein susu.

**Kata Kunci:** Gen  $\kappa$ -Kasein, Produksi Protein, Produksi Lemak, Kualitas Susu

## PENDAHULUAN

Seleksi keunggulan genetik melalui identifikasi gen yang diprediksi berasosiasi kuat dengan sifat produksi dan kualitas susu akan sangat mendukung bagi program perbaikan genetik sapi FH domestik (BOVENHUIS *et al.*, 1992). Kasein yang merupakan fraksi terbanyak (sekitar 80%) dari protein susu sapi, diketahui berada dibawah kontrol empat lokus dengan runutan genom  $\alpha_{s1}$ -,  $\beta$ -,  $\alpha_{s2}$ -, dan  $\kappa$ -kasein dengan panjang 250 kb pada kromosom 6/BTA 6q31. (FERRETTI *et al.*, 1990; THREADGILL dan WOMACK, 1990; dan RIJNKELS *et al.*, 1997). Sejauh ini diketahui ada enam alel dari gen  $\kappa$ -kasein yakni alel A, B, C, E, F, dan G. MALIK *et al.* (2000). Protein  $\kappa$ -casein sendiri memiliki 169 asam amino dengan variasi terjadi pada kodon 136 dan 148. Alel A mempunyai treonin (ACC) pada kodon 136 dan asam aspartat (GAT) pada kodon 148, sedangkan alel B memiliki masing-masing isoleusin (ATC) dan alanin (GTC) pada kedua kodon tersebut. Alel A dan B dari  $\kappa$ -kasein sangat umum ditemukan pada rumpun sapi perah *Bos taurus* seperti FH, Guernsey, Jersey, Ayrshire dan Brown Swiss (SWAISGOOD, 1992).

NG-KWAI-HANG *et al.* (1986) melaporkan adanya pengaruh yang nyata ( $p < 0,01$ ) varian genetik  $\alpha$ ,  $S_1$ -,  $\beta$ -,  $\kappa$ -kasein dan  $\beta$  lactoglobulin terhadap uji harian untuk produksi susu dan komposisi pada sapi FH. Genotipe protein susu sangat berpengaruh terhadap komposisi protein dan parameter genetik lainnya (BOBE *et al.*, 1999). Hasil penelitian SUMANTRI *et al.*, (2004) mendapatkan frekuensi gen  $\kappa$ -kasein A dan B pada sapi FH di BPTU Baturraden hampir sama (0,47 vs 0,53). Sapi FH bergenotipe AA mempunyai proporsi sama yang hampir sama pada klasifikasi produksi tinggi dan sedang (0,34 dan 0,37), sedangkan BB mempunyai frekuensi genotipe lebih kecil yaitu untuk klasifikasi produksi susu tinggi, sedang dan rendah masing-masing (0,22; 0,19 dan 0,03).

Adanya kecenderungan keterkaitan yang kuat antara genotipe kasein dengan kualitas susu, maka tujuan dari penelitian ini adalah ingin mengetahui kemungkinan penggunaan gen  $\kappa$ -kasein sebagai penciri genetik untuk menyeleksi sapi perah FH sebagai bibit berpotensi genetik kualitas susu tinggi.

## MATERI DAN METODE

### Sapi FH pengamatan

Sejumlah 249 ekor sapi diambil sampel darah untuk dianalisa genotipe  $\kappa$ -kaseinnya adalah sapi perah FH betina yang sudah dievaluasi nilai pemuliaan produksi susunya selama pengamatan produksi 10 tahun (1988-1998) di BPTU Baturraden, Purwokerto, Jawa Tengah oleh Tim Peneliti Puslit Peternakan (ANGGRAENI *et al.*, 2000). Jumlah seluruh sapi FH laktasi di BPTU Baturraden yang dievaluasi nilai kualitas susunya berdasarkan data sekunder dan primer tercatat ada 176 ekor, tetapi yang memenuhi persyaratan kualifikasi hanya ada 144 ekor.

### Ekstraksi DNA

Sampel yang digunakan sebagai sumber DNA diambil dari sel darah. Ekstraksi DNA dilakukan menurut SAMBROOK *et al.* (1989) yang dimodifikasi. Kurang lebih 5 ml sampel darah diekstraksi untuk diambil DNA-nya. Setiap sampel darah dimasukkan kedalam tabung *falcon*, disentrifugasi 3500 rpm selama 10 menit sehingga terbentuk tiga lapisan yaitu plasma darah, *buffy coat* (lapisan sel darah putih berinti) dan sel darah merah.

### Analisa PCR-RFLP

Analisa PCR dilakukan dengan cara sebagai berikut: 2  $\mu$ l 50 ng sampel DNA, 0,25  $\mu$ l 50 ng primer kappa-kasein ( $\kappa$ -kasein), primer *forward* (F) dengan runutan DNA 5' AAA TCC CTA CCA TCA ATA CC dan 0,25  $\mu$ l primer *reverse* (R) dengan runutan DNA 5' CTT CTT TGA TGT CTC CTT AG, 1,25  $\mu$ l 15 mM MgCl<sub>2</sub>, 1  $\mu$ l 2 mM dNTPs dan 0,25  $\mu$ l 4 Unit AmpliTaq gold DNA polimerase dan ditambah 7,75  $\mu$ l milique water steril sampai total volume 12,75  $\mu$ l. Tabung tersebut dimasukkan kedalam mesin PCR dengan program sebagai berikut. tahap 1, proses denaturasi 94°C selama 10 menit. Tahap 2, proses denaturasi pada 94°C selama 30 detik, diikuti dengan proses *annealing* (penggabungan kembali) pada suhu 55°C selama 30 detik dan proses ekstensi pada suhu

72°C selama 1 menit. Seluruh proses pada tahap 2 dilakukan dengan 40 X ulangan. Tahap 3, ekstensi tambahan pada suhu 72°C selama 5 menit.

Analisa PCR-RFLP dilakukan dengan cara produk PCR, dipotong dengan enzim restriksi Pst I. Sebanyak 4 µl DNA produk PCR, 0,5 µl 5 Unit Pst I, 0,5 µl 10x low buffer dimasukkan kedalam 0,5 ml *eppendorf*, ditambah milique water steril sampai volume total 10 µl, dan inkubasi pada suhu 37°C selama 1 jam. Elektroforesis dilakukan pada gel PAGE 1% dengan 200 Volt, selama 60 menit dan pewarnaan dengan perak nitrat selama 20 menit.

### Frekuensi genotipe dan gen κ-Kasein

Frekuensi genotipe κ-kasein dihitung dengan cara menisbahkan jumlah sapi dengan genotipe tertentu terhadap jumlah total ketiga genotipe (AA, AB, dan BB). Frekuensi gen κ-kasein dihitung menurut WARWICK dan LEGATES (1979) dengan rumus:

$$Q = \frac{\sum \text{Alel A}}{\sum \text{Alel A} + \sum \text{Alel a}}$$

$$1 - Q = \frac{\sum \text{Alel A}}{\sum \text{Alel A} + \sum \text{Alel a}}$$

Uji Frekuensi Genotipe Teramati terhadap Frekuensi Genotipe Harapan

Uji nyata dari frekuensi genotipe κ-kasein yang teramati dengan frekuensi harapan dihitung menggunakan Uji Kebaikan-Suai ( $\chi^2$ ) menurut WALPOLE (1993) dengan rumus :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(o_i - e_i)^2}{e_i}$$

$\chi^2$  = Sebaran khi-kuadrat  
 $O_i$  = Frekuensi teramati  
 $e_i$  = Frekuensi harapan bagi sel ke-i

### Analisis kualitas kimia susu

Analisis kualitas susu meliputi kadar protein, kadar lemak, berat jenis dan bahan kering tanpa lemak. Komposisi susu, dilakukan beberapa uji Standar Nasional Indonesia (1992) diantaranya:

#### Analisis kadar protein

Pengujian kadar protein menggunakan cara titrasi formol, p yaitu banyaknya NaOH yang terpakai untuk titrasi sampel (susu) dan q yaitu banyaknya NaOH yang terpakai untuk titrasi titrasi blanko. Kadar protein dihitung dengan rumus berikut:

$$\% \text{ protein} = (p - q) \text{ ml} \times 1,7 \text{ (faktor formol)}$$

#### Analisis kadar lemak

Pengukuran kadar lemak menggunakan metode Gerber.

#### Analisis berat jenis

Pengukuran berat jenis dilakukan dengan alat laktodensimeter. Kemudian dilakukan penyetaraan pada suhu 27,5°C. Penyebab penyetaraan pada suhu 27,5°C. Penyebab utama bervariasinya berat jenis ini adalah kandungan lemak susu. Berat jenis dari skim, krim dan susu segar dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\rho = \frac{1000}{0,123 m^F + 0,9665}$$

P = berat jenis  
 $m^F$  = kadar lemak

#### Bahan kering dan bahan kering tanpa lemak

Dihitung setelah kadar lemak dan berat jenis diperoleh dengan rumus:

$$BK = 1,23 L + 2,71 \frac{100 (B_j - 1)}{B_j}$$

### Klasifikasi kadar protein

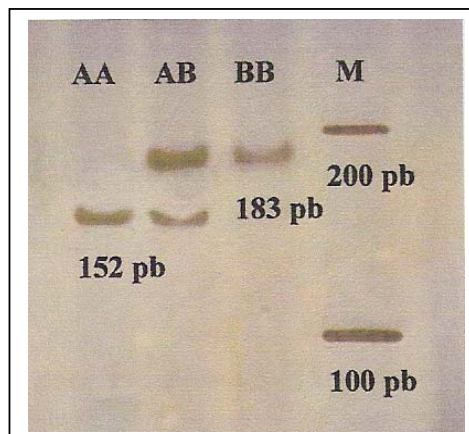
Pengelompokan kadar protein, kedalam klasifikasi tinggi, sedang dan rendah berdasarkan nilai rata-ran populasi ( $3,3311 \pm 0,4162$ ) dikombinasikan dengan selisih nilai maksimum ( $5,85000$ ) dan nilai minimum ( $2,44375$ ) sehingga diperoleh angka simpangan baku yang baru sebesar  $0,56771$ . Dengan demikian nilai rata-ran populasi dan simpangan bakunya menjadi ( $3,3311 \pm 0,56771$ ) dengan batas tertinggi  $3,89881$  dan terendah  $2,76339$ . Setelah dilakukan evaluasi data yang memenuhi persyaratan klasifikasi hanya 144 ekor dengan susunan peringkat sebagai berikut: (1) tinggi dengan kadar protein diatas  $3,89881\%$  ada 11 ekor, (2) sedang dengan kadar protein  $2,76339-3,89661\%$  ada 128 ekor dan (3) rendah dengan kadar protein dibawah  $2,76339\%$  ada lima ekor.

### Klasifikasi kadar lemak susu

Dengan cara yang sama seperti pada pengklasifikasian protein. Rataan kadar lemak dan standar deviasi pada populasi sebesar ( $3,4443 \pm 0,2671$ ), dengan nilai maksimum  $4,11667$  dan minimumnya  $2,376$ . Sehingga diperoleh angka standar deviasi yang baru sebesar  $0,29025$ . Dengan demikian nilai rata-ran populasi dan standar deviasinya menjadi ( $3,44431 \pm 0,29025$ ; dengan batas tertinggi  $3,73455$  dan terendah  $3,15045$ ). Setelah dilakukan evaluasi data yang memenuhi persyaratan klasifikasi hanya 144 ekor dengan susunan peringkat sebagai berikut: (1) tinggi dengan kadar lemak diatas  $3,73455\%$  ada 12 ekor, (2) sedang dengan kadar lemak  $3,15405-3,7345\%$  ada 113 ekor dan (3) rendah dengan kadar protein dibawah  $3,15045\%$  ada 19 ekor.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kappa kasein dengan genotipe homozigot AA dan BB ditunjukkan pola monomerik (pita tunggal) dengan alel B berukuran 183 pb (pasangan basa) sedangkan A 152 pb dan genotipe heterozigot AB ditunjukkan oleh pola dimerik (dua pita) (Gambar 1).



**Gambar 1.** Hasil elektroforesis gen  $\kappa$ -kasein produk (PCR-RFLP) Pst 1 pada 1% akrilamida No.1 AA, 2 AB, 3 BB dan NO.4 Marker 100 pb ladder (M)

### Distribusi genotipe $\kappa$ -kasein sapi FH pengamatan

Berdasarkan hasil analisis genotipe  $\kappa$ -kasein pada sejumlah 249 ekor sapi FH di BPTU Baturraden menunjukkan frekuensi genotipe untuk AA, AB dan BB sebagai berikut: 0,21, 0,53 dan 0,26, dengan demikian frekuensi untuk alel A sebesar 0,47 dan B sebesar 0,53 (SUMANTRI *et al.*, 2004).

Hampir samanya frekuensi genotipe AA dan BB gen  $\kappa$ -kasein pada populasi sapi FH di BPTU Baturraden berbeda dengan kondisi frekuensi genotipe sejumlah populasi sapi perah di beberapa negara bagian Amerika Serikat dan Kanada yang umumnya mempunyai frekuensi genotipe AA tertinggi. Beberapa penelitian menginformasikan frekuensi genotipe AA, AB dan BB sapi Holstein adalah 0,53 : 0,43 : 0,04 (NG-KWAI-HANG *et al.*, 1987); 0,68 : 0,29 : 0,03 (OJALA *et al.*, 1997); 0,68 : 0,28 : 0,04 (BOBE *et al.*, 1999). Sebaliknya pengamatan pada sapi Jersey umumnya memberikan frekuensi genotipe BB yang tinggi, seperti dilaporkan Ojala *et al.* (1997) dengan frekuensi genotipe AA, AB dan BB berurutan 0,02 : 0,20 : 0,78.

SUMANTRI *et al.* (2004) menyatakan di BPTU Baturraden pejudan berpengaruh sangat besar terhadap fluktuasi frekuensi gen tahunan,

dari 21 pejantan yang diamati hanya tiga pejantan yang dipakai secara intensif hal ini diperkirakan karena kebijakan dalam pemakaian semen beku terhadap beberapa pejantan tersebut seperti pejantan nomor P543 mempunyai anak 37 ekor masing-masing bergenotipe AA (3 ekor), AB (24 ekor) dan BB (10 ekor), dengan demikian frekuensi gen A dan B pada keturunannya sebesar 0,41 dan 0,59. Pejantan P 183 mempunyai anak 20 ekor dengan frekuensi gen A (0,78) dan gen B (0,22) dan pejantan P 58-18N mempunyai anak 10 ekor dengan frekuensi gennya A (0,25) dan B(0,75), sedangkan pejantan lainnya mempunyai anak kurang dari lima ekor.

#### Hubungan genotipe $\kappa$ -kasein dengan kualitas susu

Jumlah seluruh sapi FH laktasi di BPTU Baturraden yang dievaluasi nilai kualitas susunya berdasarkan data sekunder dan primer tercatat ada 176 ekor. Gambaran kualitas susunya berdasarkan genotipe  $\kappa$ -kasein AA, AB dan BB diperlihatkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Kualitas susu sapi FH di BPTU Baturraden berdasarkan genotipe  $\kappa$ -kasein

Parameter kualitas susu	Genotipe $\kappa$ -kasein		
	AA(42)	AB (101)	BB (33)
Berat jenis	1,0260195	1,028556	1,026657
Bahan kering	10,96606	10,99068	10,80255
Bahan kering tanpa lemak	7,5217754	7,511449	7,452985
Protein	3,2897258	3,416034	3,655559
Lemak	3,4473183	3,777904	3,359559
Derajat asam	6,373674	6,273336	6,270673

#### Berat jenis (BJ) susu

Berat jenis susu adalah berat suatu benda dibagi dengan volumenya. Nilai berat jenis air susu pada suhu 20°C dapat bervariasi antara 1,0260–1,0320 (BUCKLE *et al.*, 1987). Nilai berat jenis air susu yang menjadi syarat mutu susu segar menurut Standar Nasional Indonesia (1992) adalah 1,0260–1,0280.

Tabel 1, menunjukkan bahwa berat jenis susu sapi FH di BPTU-Baturraden, genotipe  $\kappa$ -

kasein AB mempunyai nilai BJ tertinggi 1,028556 lebih tinggi dari AA (1,0260195) dan BB (1,026657) dan juga mempunyai kadar lemak tertinggi (3,777904%) lebih tinggi dari AA (3,4473183) dan BB (3,359559).

#### Bahan kering (BK) dan bahan kering tanpa lemak (BKTL)

Tabel 1, memperlihatkan rata-rata bahan kering (BK) dan bahan kering tanpa lemak (BKTL) dari sapi FH di BPTU Baturraden bergenotipe AA (10,9906 dan 7,5217754), AB (10,99068 dan 7,511449) dan BB (10,80255 dan 7,452985). Hasil ini masih sesuai dengan kriteria WHITNEY (1988) yang menyatakan kadar bahan kering berkisar antara 11-14% dan kadar bahan kering tanpa lemak berkisar antara 8 sampai 9%. Kadar bahan kering ini dipengaruhi oleh kadar lemak, protein, laktosa dan abu, sedangkan kadar bahan kering tanpa lemak dipengaruhi oleh bahan selain lemak. Kadar bahan kering tanpa lemak ini menurut Standar Nasional Indonesia adalah 8,00%.

#### Kadar protein susu

Kualitas susu pada (Tabel 1), menunjukkan secara umum kualitas susu di BPTU Baturraden dipengaruhi oleh genotipe  $\kappa$ -kasein, terutama kadar proteinnya. Genotipe BB mempunyai rata-rata kadar protein tertinggi (3,66%), terendah AA (3,30%) sedangkan AB berada diantaranya (3,42%). Hasil penelitian ini sesuai dengan pendapat GONYON *et al.* (1987), MAO *et al.* (1992), BOVENHUIS *et al.* (1992) dan SABOUR *et al.* (1993) yang melaporkan adanya pengaruh yang kuat dari alel B terhadap protein susu. Hasil penelitian FOX (1992) mendapatkan bahwa varian B dari  $\kappa$ -kasein menghasilkan kandungan  $\kappa$ -kasein yang tinggi dalam susu dan juga total kasein serta total protein.

Tabel 2, menginformasikan sapi FH bergenotipe BB dan AB mempunyai frekuensi yang tinggi (0,364) pada klasifikasi kadar protein susu tinggi masing-masing 4 ekor, sedangkan pada klasifikasi kadar protein susu sedang didominasi oleh genotipe AB (0,59). Pada klasifikasi kadar protein susu rendah genotipe AA mempunyai frekuensi yang sangat tinggi (0,80) bila dibandingkan dengan

genotipe BB (0,20) dan genotipe AB (0,00). Perbedaan frekuensi gen pada kelompok sapi berdasarkan kadar protein susu disebabkan oleh adanya pengaruh genotipe secara nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap protein susu, seperti terlihat pada Tabel 3.

#### Kadar lemak susu

Kadar lemak susu diperlihatkan pada Tabel 1. Kelompok sapi bergenotipe AB mempunyai kadar lemak tertinggi (3,78%), genotipe BB

terendah (3,40%) tetapi hampir sama dengan AA (3,45%).

Tabel 4, menginformasikan sapi FH bergenotipe heterozigot AB mempunyai frekuensi yang tinggi pada klasifikasi kadar lemak susu tinggi (0,67) ada 8 ekor dan klasifikasi sedang (0,54) ada 61 ekor dan menurun pada klasifikasi produksi susu rendahi (0,26) ada 28 ekor. Sapi FH bergenotipe homozigot AA pada klasifikasi kadar lemak susu tinggi (3 ekor) mempunyai frekuensi yang hampir sama dengan klasifikasi kadar lemak susu rendah (0,25 vs 0,26).

**Tabel 2.** Frekuensi genotipe dan gen  $\kappa$ -kasein berdasarkan klasifikasi protein susu tinggi, sedang dan rendah sapi FH di BPTU Baturraden

Protein susu	Jumlah (ekor)	Genotipe			Frekuensi Genotipe $\kappa$ -kasein			Frekuensi Gen $\kappa$ -kasein	
		AA	AB	BB	AA	AB	BB	A	B
Tinggi	11	3	4	4	0,272	0,364	0,364	0,45	0,55
Sedang	128	32	76	20	0,250	0,590	0,160	0,55	0,45
Rendah	5	4	0	1	0,800	0,000	0,20	0,80	0,20
	144	39	80	25					

**Tabel 3.** Frekuensi genotipe  $\kappa$ -kasein observasi (O) dan harapan (E) berdasarkan klasifikasi protein susu tinggi, sedang dan rendah sapi FH di BPTU Baturraden

Protein susu	Jumlah (ekor)	Genotipe $\kappa$ -Kasein						$\chi^2$ hitung	P0,002
		AA		AB		BB			
		O	E	O	E	O	E		
Tinggi	11	3	2,98	4	1,35	4	1,91		
Sedang	128	32	34,67	76	71,11	20	22,22		
Rendah	5	4	1,35	0	2,78	1	0,87		
	151	39		80		25			

**Tabel 4.** Frekuensi genotipe dan gen  $\kappa$ -kasein berdasarkan klasifikasi kadar lemak susu tinggi, sedang dan rendah sapi FH di BPTU Baturraden

Kadar lemak susu	Jumlah (ekor)	Genotipe			Frekuensi genotipe $\kappa$ -kasein			Frekuensi gen $\kappa$ -kasein	
		AA	AB	BB	AA	AB	BB	A	B
Tinggi	12	3	8	1	0,25	0,67	0,08	0,58	0,42
Sedang	113	29	61	23	0,26	0,54	0,20	0,53	0,47
Rendah	19	7	5	7	0,37	0,26	0,37	0,50	0,50
	144	39	74	31					

**Tabel 5.** Frekuensi genotipe  $\kappa$ -kasein observasi (O) dan harapan (E) berdasarkan klasifikasi kadar lemak susu tinggi, sedang dan rendah sapi FH di BPTU Baturraden

Kadar lemak susu	Jumlah (ekor)	Genotipe $\kappa$ -kasein						$\chi^2$ hitung	
		AA		AB		BB		6,901	P0,141
		O	E	O	E	O	E		
Tinggi	12	3	3,25	8	6,17	1	2,58		
Sedang	113	29	30,60	61	58,07	23	24,33		
Rendah	19	7	5,15	5	9,76	7	4,09		
	144	39		74		31			

Hasil pada Tabel 5, menunjukkan bahwa kadar lemak tidak dipengaruhi oleh genotipe  $\kappa$ -kasein, meskipun secara rata-rata populasi genotipe AB mempunyai nilai kadar lemak tertinggi (3,78%), bila dibandingkan dengan BB (3,40%) dan AA (3,45%).

Lemak susu biasanya membentuk suatu komposisi yang kompleks. Triasilgliserol adalah komponen yang dominan dengan kadar 98% dari total lemak susu, ditambah digliserol dan monogliserol serta asam lemak bebas. Selain itu terdapat sejumlah phospholipid dan kolesterol (VARNAM dan SUTHERLAND, 1994). Dalam lemak susu terdapat sekurang-kurangnya 50 macam asam lemak susu yang berbeda, dimana 60–70% bersifat jenuh, 25–30% tidak jenuh dan 4% asam lemak *polyunsaturated*.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kadar lemak susu sapi perah adalah jenis sapi perah, umur, jenjang laktasi, interval pemerahan, keadaan iklim dan ransum yang diberikan. Menurut Standar Nasional Indonesia, kadar lemak yang harus dipenuhi adalah minimal 2,8%. Berdasar standar tersebut maka dari sampel-sampel yang digunakan maka hanya sapi-sapi dengan tipe gen  $\kappa$ -kasein AB yang memberikan susu dengan kadar lemak yang memenuhi standar.

### KESIMPULAN

Hasil menunjukkan bahwa genotipe AB mempunyai nilai berat jenis (BJ) tertinggi 1,028556, AA (1,0260195) dan BB (1,026657) dan juga mempunyai kadar lemak tertinggi

(3,777904%), AA (3,4473183) dan BB (3,359559). Genotipe AA mempunyai nilai rata-rata bahan kering (BK) dan bahan kering tanpa lemak (BKTL) (10,9906 dan 7,5217754), AB (10,99068 dan 7,511449) dan BB (10,80255 dan 7,452985). Genotipe BB mempunyai rata-rata kadar protein tertinggi (3,66%), terendah AA (3,30%) sedangkan AB berada diantaranya (3,42%). Genotipe BB dan AB mempunyai frekuensi yang tinggi (0,364) pada klasifikasi kadar protein susu tinggi, sedangkan pada klasifikasi kadar protein susu sedang didominasi oleh genotipe AB (0,59). Pada klasifikasi kadar protein susu rendah genotipe AA mempunyai frekuensi yang sangat tinggi (0,80) bila dibandingkan dengan genotipe BB (0,20) dan genotipe AB (0,00). Perbedaan frekuensi gen pada kelompok sapi berdasarkan kadar protein susu disebabkan oleh adanya pengaruh genotipe secara nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap protein susu.

Sapi bergenotipe  $\kappa$ -kasein BB sangat baik untuk dikembangkan pada industri keju karena mempunyai protein lebih tinggi bila dibandingkan dengan genotipe AB dan AA.

### DAFTAR PUSTAKA

- ANGGRAENI, A. 2000. Identifikasi Keunggulan Genetik Produksi Susu Sapi Perah Fries Holland sebagai Penghasil Sapi Perah Bibit. Laporan Puslitnak tahun 1999 dan 2000. Bogor.
- BOBE, G., D.C. BEITZ, A.E. FREEMAN and G.L. LINDERBERG. 1999. Effect of milk protein genotypes on milk protein composition and its genetic parameter estimates. *J. Dairy Sci.* 82: 2797–2804.

- BOVENHUIS, H., J.A.M. VAN ARENDONK and S. KERVER. 1992. Associations between milk protein polymorphism and milk production traits. *J. Dairy Sci.* 75: 2549–2559.
- BUCKLE, K.A., R.A. EDWARDS, G.H. FLEETS and M. WOOTON. 1987. Ilmu Pangan. Terjemahan Purnomo dan Adiyono. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- FERRETTI, L., P. LEONE and V. SGARAMELLA. 1990. Long range restriction analysis of the bovine casein genes. *Nucleic Acids Res.* 18: 6829–6833.
- FOX, P.F. 1992. *Advanced Dairy Chemistry-1: Proteins*. Elsevier Applied Science. London and New York.
- GONYON, D.S., R.E. MATHER, H.C. HINES, G.F.W. HAENLEIN, C.W. ARAVE and S.N. GAUNT. 1997. Associations of bovine blood milk polymorphism with lactation traits: Holstein. *J. Dairy. Sci.* 70: 2585–2598.
- MALIK, S., S. KUMAR and R. RANI. 2000.  $\kappa$ -casein and  $\beta$ -casein alleles in crossbred and Zebu cattle from India using polymerase chain reaction and sequence-specific oligonucleotide probes. *J. Dairy Res.* 67: 295–300.
- MAO, I.L., L.G. BUTTAZONI and R. ALEANDRI. 1992. Effects of polymorphic milk protein genes on milk yield and composition traits in Holstein cattle. *Acta Agric. Scand. Scet. A. Anim. Sci.* 42: 1–7.
- NG-KWAI-HANG, K.F., J.F. HAYES, J.E. MOXLEY and H.G. MONARDES. 1986. Relationships between milk protein polymorphisms and major milk constituents in Holstein-Friesian cows. *J. Dairy Sci.* 69: 22–26.
- OJALA, M., T.R. FAMULA and J.F. MEDRANO. 1997. Effects of milk protein genotypes on the variation for milk production traits of Holstein and Jersey cows in California. *J. Dairy Sci.* 80: 1776–1785.
- RIJNKELS, M., P.M. KOOIMAN, H.A. DE BOER and F.R. PIEPER. 1997. Organization of the bovine casein gene locus. *Mammalian Genome* 8: 148–152.
- SABOUR, M.P., C.Y. LIN, A.J. LEE and A.J. MCALLISTER. 1996. Association between milk protein genetic variants and genetic values of canadian Holstein bulls for milk yield traits. *J. Dairy Sci.* 79: 1050–1056.
- SAMBROOK, J., E.F. FRITSCH and T. MANIATIS. 1989. *Molecular Cloning Laboratory Manual* 3<sup>rd</sup> Ed. Cold Spring Harbour Lab. Press. New York.
- STANDARD NASIONAL INDONESIA. 1992. Cara Uji Susu Segar. Pusat Standardisasi Industri. Departemen Prindustri.
- SUMANTRI, C., A. ANGGRAENI, R.R.A. MAHESWARI, K. DIWYANTO, A. FARAJALLAH dan B. BRAHMANTIYO. 2004. Frekuensi gen kappa kasein ( $\kappa$ -kasein) pada sapi perah FH berdasarkan produksi susu di BPTU Baturraden. Pros. Seminar Nasional. Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 4–5 agustus 2004. Puslitbang Peternakan, Bogor. hlm. 175–182.
- SWAISGOOD, H.E. 1992. Chemistry of Caseins. *In: Advanced Dairy Chemistry-1 Proteins*. FOX, P.F. (Ed.). Elsevier Applied Science London and New York. pp. 63–110.
- THREADGILL, D.W. and J.E. WOMACK. 1990. Genomic analysis of the major bovine milk protein genes. *Nucleic Acids Res.* 18: 6935–6942.
- VARNAM, A.H. and J.V. SUTHERLAND. 1994. *Milk and Milk Products, Technology Chemistry and Microbiology*. Chapman and Hall. London.
- WALPOLE, R.E. 1993. *Pengantar Statistik*. Edisi ke-3. Terjemahan. Bambang Sumantri. Gramedia. Jakarta.
- WARWICK, E.J. and J.E. LEGATES. 1979. *Breeding and Improvement of Farm Animals*. 7<sup>th</sup> Edition. McGraw-Hill Book Company. USA.
- WHITNEY, R. MCL. 1988. *Fundamentals of Dairy Chemistry*. 3<sup>rd</sup>. WONG, N.P. (Ed.) AVI Book, Van Nostrand Reinhold, New York.