

**HUBUNGAN KUALITAS SUSU DENGAN KERAGAMAN GENETIK DAN
PREVALENSI MASTITIS SUBKLINIS DI DAERAH JALUR SUSU
MALANG SAMPAI PASURUAN**

**THE RELATION BETWEEN MILK QUALITY AND GENETIC VARIETY AND
SUBCLINICAL MASTITIS PREVALENCE IN THE MILK COLLECTING
LINE OF MALANG TO PASURUAN**

Djoko Winarso¹

**¹Program Studi Kedokteran Hewan Universitas Brawijaya, Malang
Email: djwinarso@yahoo.com**

ABSTRACT

The objectives of this study were to identify : (1) the differences of milk quality at the farmers' levels, post collection, Village Cooperative Unit (VCU) and Milk Processing Industry (MPI), (2) the relation between milk protein to genetic variety of kappa casein, (3) the relation between the milk bacteria and the subclinical mastitis prevalence. Completely Randomized Design followed by Least Significant difference test was used for analyzing the milk quality. The allele and genotype frequency were analyzed using Hardy-Weiberg method, while the prevalence of subclinical mastitis was assessed using Chi-Square. The result of the research showed that the percentage of chemical milk composition, based on the milk quality standard (Grade), from the level of farmer to post collection had the biggest decrease of milk quality, especially for fat content (59.32%), TSL (58.33%) and TPC (22.96%). Statistically especially there was no significance influence on the protein content of milk by the frequency of allele A, allele B, genotype frequency AA and BB. Genotype frequency AB, showed significance influence ($P < 0.05$) on milk protein content. The highest subclinical mastitis prevalence occurred in Karangploso VCU (21.95%), then followed orderly by Dau VCU (18.69%), Ngantang VCU (15.44%), and Pujon VCU (11.38%) being the lowest and there were no significance influence between milk bacteria with subclinical mastitis. In conclusion, the highest decrease percentage of milk quality is in the post collection, there is relations between milk proteins with genotype frequency AB and no relations between milk bacteria with subclinical mastitis prevalence is revealed.

Key words: Milk quality, Genetic variety, Subclinical mastitis

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui : (1) adanya perbedaan kualitas susu di tingkat petani ternak, pos pengumpul, KUD dan IPS, (2) hubungan antara protein susu dengan keragaman genetik gen penyandi *kappa casein*, (3) hubungan antara jumlah bakteri dalam susu dengan prevalensi mastitis subklinis. Rancangan penelitian untuk menganalisis kualitas susu digunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL/CRD) dan hasilnya dianalisis dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT), analisis frekuensi alel dan frekuensi genotip digunakan *Hardy-Weinberg* dan analisis untuk prevalensi mastitis subklinis digunakan uji *Chi-square*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase penurunan komposisi kimia susu berdasarkan standar kualitas susu (*Grade*) dari tingkat petani ternak sampai ke pos pengumpul telah terjadi penurunan kualitas susu yang terbesar, terutama untuk kadar lemak (59,32%), TSL (58,33%) dan TPC (22,96%). Hasil analisis menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang bermakna ($P > 0,05$) antara kadar protein susu dengan frekuensi alel A, alel B, frekuensi genotip AA maupun genotip BB, kecuali untuk frekuensi genotip AB, menunjukkan adanya hubungan yang bermakna ($P < 0,05$) dengan kadar protein susu. Prevalensi mastitis subklinis tertinggi terjadi di wilayah KUD Karangploso (21,95%), kemudian diikuti secara berturut-turut KUD Dau (18,69%), KUD Ngantang (15,44%), dan terendah di wilayah KUD Pujon (11,38%) dan tidak ada perbedaan yang bermakna ($P > 0,05$) antara jumlah bakteri dalam susu dengan prevalensi mastitis subklinis. Distribusi. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa persentase

penurunan kualitas susu paling tinggi terjadi di tingkat pos pengumpul, ada hubungan antara protein susu sapi perah rakyat dengan frekuensi genotip AB, terlihat tidak ada hubungan antara jumlah bakteri dalam susu dengan prevalensi mastitis subklinis.

Kata kunci: kualitas susu, keragaman genetik, mastitis subklinis

PENDAHULUAN

Susu merupakan bahan pangan yang mempunyai nilai gizi tinggi karena mempunyai kandungan nutrisi yang lengkap seperti lemak, protein, laktosa, vitamin, mineral, enzim dan berbagai komponen lain. Sebagai produk pangan yang kaya nutrisi dan kandungan airnya yang tinggi, maka susu sangat mudah mengalami kerusakan akibat pencemaran mikrobial. Salah satu potensi bahaya yang terdapat pada susu dan berbagai produk olahannya adalah bahaya mikrobiologis (*microbiological hazards*), khususnya keberadaan bakteri patogen. Mikrobial patogen ini dapat mengakibatkan kerusakan susu dan lebih lanjut berakibat pada munculnya penyakit terbawa pangan seperti infeksi dan keracunan pangan yang berasal dari produk susu.

Mekanisme kontrol kualitas susu merupakan suatu kegiatan yang sangat diperlukan dalam rangka menjaga kualitas susu sapi perah. Kondisi peternakan sapi perah sampai sekarang keadaannya belum memuaskan, dan masih diliputi berbagai kendala dalam pengembangannya, baik masalah produksi maupun pemasarannya dengan berbagai persoalannya masing-masing. Kualitas susu sapi perah banyak dipertanyakan kualitasnya, karena uji kualitas yang dilakukan di berbagai simpul pemasaran susu masih menunjukkan hasil yang kurang memadai. Sampai saat ini belum ada instansi atau lembaga terkait yang mampu mencegah kegiatan yang disengaja maupun tidak disengaja yang menyebabkan terjadinya penurunan kualitas susu setelah dipanen dari sapi sampai ke konsumen termasuk ke IPS

(Industri Pengolahan Susu) Susu yang diproduksi dari sapi yang dipelihara oleh petani peternak, diduga banyak yang menderita penyakit mastitis akibat dari sanitasi lingkungan yang buruk.

Penerapan teknologi pemuliaan untuk menghasilkan bibit sapi perah unggul perlu ditunjang oleh pengetahuan mengenai faktor genetik yang berpengaruh pada penampilan produksi susu. Penampilan kualitas produk tersebut diperlukan karena penilaian ternak didasarkan pada kemampuan genetiknya. Berbagai metode seleksi telah dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi dan efektifitas seleksi. Salah satu metode seleksi yang mempunyai harapan cukup baik di masa depan adalah seleksi tidak langsung berdasarkan *marker traits*, dimana parameter yang dipergunakan dapat berupa protein, enzim, hormon maupun golongan darah (Diwyanto, dkk. 1991).

Mastitis atau peradangan pada jaringan internal ambung sudah umum terjadi pada peternakan sapi perah. Peradangan dapat terjadi pada salah satu kuartir atau lebih dan mudah diamati apabila terjadi peradangan yang akut. Penyakit radang ambung masih tetap merupakan masalah utama yang terjadi di peternakan rakyat sampai saat ini, karena kerugian yang ditanggung akibat penyakit ini masih cukup besar, yaitu antara lain turunnya produksi dan kualitas susu, penolakan susu di KUD (Koperasi Unit Desa) dan IPS, biaya pengobatan serta perawatan ternak sapi (Sudarwanto, 1999). Sebagian besar kejadian mastitis di Indonesia merupakan mastitis sub klinis yang diperkirakan 15-40 kali lebih banyak dibandingkan dengan mastitis klinis (Hurley dan Morin, 2000).

Upaya peningkatan kualitas susu, para petani ternak di daerah jalur susu Jawa Timur menghadapi beberapa permasalahan, antara lain bibit untuk *replacement stock*, pakan ternak, penyakit, masalah reproduksi dan penanganan pascapanen (kualitas susu) dan masalah penyakit ternak. Permasalahan tersebut perlu dilakukan kajian yang mendalam terutama menyangkut aspek kualitas susu, genetik dan penyakit mastitis. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui perbedaan kualitas susu di tingkat petani ternak, pos pengumpul, KUD dan IPS di daerah jalur susu Malang sampai Pasuruan, mengetahui keterkaitan antara keragaman genetik gen penyandi *kappa casein* dengan kadar protein susu sapi perah rakyat. 3. Mengetahui keterkaitan antara prevalensi mastitis subklinis dengan jumlah bakteri dalam susu (TPC/Total Plate Count).

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di wilayah KUD Dau, KUD Karangploso, KUD Pujon, dan KUD Ngantang di daerah jalur susu Malang sampai Pasuruan. Sampel susu diambil dari sapi perah Peranakan *Friesian Holstein* (PFH) laktasi yang dipelihara oleh petani ternak, dari pos pengumpul, KUD dan IPS masing-masing sebanyak 64 sampel, sehingga jumlah sampel susu seluruhnya berjumlah 256 sampel. Semua sampel susu dilakukan pengujian terhadap komposisi kimiawinya, yaitu antara lain kadar lemak, protein, laktosa, *Solid Non Fat* (SNF), *Total Solid* (TSL) dan TPC. Semua sampel susu dari petani ternak, pos pengumpul, KUD dan IPS tersebut kemudian dianalisis di Laboratorium *Milk Processing* PT Nestle di Pasuruan Jawa Timur.

Dalam menentukan perbedaan kualitas susu di tingkat petani ternak, pos pengumpul, KUD dan IPS digunakan Analisis Ragam. Perbedaan antar perlakuan diuji dengan menggunakan Uji Duncan.

Alat analisis menggunakan SPSS.10, sedangkan untuk menganalisis kualitas susu dimasing-masing wilayah digunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL/CRD) dan hasilnya dianalisis dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) terhadap parameter yang digunakan.

Materi yang digunakan untuk uji keragaman genetik sapi perah antara lain sampel darah yang diambil dari sapi perah Peranakan *Friesian Holstein* (PFH) laktasi yang dipelihara oleh petani ternak sebanyak 40 sampel yang tersebar di empat KUD di daerah jalur susu Jawa Timur. Darah diambil dari vena jugularis sebanyak 5 ml dengan menggunakan jarum *venoject* yang berisi EDTA (Ethyldiamine Tetra Acetic Acid) kemudian dimasukkan ke dalam termos es untuk selanjutnya dibawa dan dianalisis di Laboratorium Biokimia Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Metode penelitian ini menggunakan *Polymerase Chain Reaction and Restriction Fragment Length Polimorphism* (PCR-RFLP). Tahapan yang harus dilalui dalam penelitian ini adalah isolasi DNA, amplifikasi fragmen DNA dengan PCR, digesti produk PCR. Penelitian ini akan menghasilkan polimorfisme genetik, genotipe penyandi *kappa casein*, interaksi genotipe dan fragmen DNA di dalam darah.

Hasil Elektroforesis DNA produk digesti dianalisis secara manual berdasarkan data sekuen *kappa casein* pada *Genbank*, kemudian dihitung frekuensi alil dan genotipnya sesuai dengan metode *Hardy Weinberg Law*. Uji korelasi digunakan untuk mengetahui hubungan kadar protein susu dengan frekuensi alil dan frekuensi genotip dari sapi-sapi milik petani ternak rakyat digunakan.

Untuk menghitung prevalensi mastitis subklinis, digunakan sampel susu yang diambil dari sapi perah milik petani ternak sebanyak 40 ekor yang berada di empat wilayah KUD. Jika seekor sapi perah memiliki empat kuartir, maka sampel susu yang akan

dipergunakan untuk penapisan mastitis subklinis akan terkumpul sebanyak 160 sampel. Reagen yang dipergunakan untuk mendeteksi mastitis subklinis adalah reagen IPB-1, sedangkan media yang digunakan untuk menumbuhkan bakteri adalah Plat Agar Darah (PAD), kaldu *Brain Heart Infusion* (BHI) dan *Manitol Salt Agar* (MSA). Sampel susu sebanyak 5 ml dimasukkan ke dalam termos es dan kemudian dikirim ke Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Hewan UGM Yogyakarta. Uji *Chi-Square* terhadap parameter digunakan untuk menentukan prevalensi mastitis subklinis di beberapa wilayah di daerah jalur susu Malang sampai Pasuruan, sedangkan untuk menghubungkan antara jumlah bakteri dalam susu dan prevalensi mastitis subklinis digunakan uji Korelasi dari Schifer, 2001.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi kimia susu yang dihasilkan oleh sapi-sapi perah laktasi di daerah jalur susu Jawa Timur rerata menunjukkan bahwa kadar lemak dan TSL tertinggi terdapat di tingkat petani ternak (lemak:4,35%; TSL:12,30%) kemudian diikuti secara berturut-turut di tingkat pos pengumpul (lemak:4,00%; TSL:11,95%), di tingkat KUD (lemak:3,91%; TSL:11,85%) dan di tingkat IPS (lemak:3,76%; TSL:11,70%). Hasil analisis varian diketahui bahwa kualitas susu rerata di tingkat petani ternak bila dibandingkan dengan kualitas susu di tingkat pos pengumpul, KUD dan IPS, maka untuk kadar lemak, TSL dan TPC menunjukkan perbedaan yang sangat bermakna ($P < 0,01$), sedangkan kadar protein, laktosa dan SNF tidak menunjukkan perbedaan yang bermakna ($P > 0,05$).

Hasil analisis komposisi kimia susu yang dikaitkan dengan standar kualitas susu (*Grade*) yang ditetapkan oleh PT Nestle Pasuruan Jawa Timur menunjukkan bahwa rerata kualitas susu di tingkat

petani ternak ternyata masuk ke dalam kategori *Grade I*, rerata kualitas susu di tingkat pos pengumpul dan di tingkat KUD masuk ke dalam kategori *Grade II*, sedangkan rerata kualitas susu di tingkat IPS masuk ke dalam kategori *Grade III*. Sesuai dengan pendapat Ahmadi, dkk. (2004) yang menyatakan bahwa rerata kualitas susu yang keluar dari puting sapi, kualitasnya lebih baik. Kemudian kualitas susu tersebut mengalami penurunan dalam proses penanganan pasca panen dan transportasi. Kualitas susu di tingkat petani ternak yang masuk ke dalam kategori *Grade I* ternyata tidak dapat dipertahankan kualitasnya sampai pada saat susu disetor dan dinilai di tingkat pos pengumpul, sehingga penilaian kualitas susu ditentukan berdasarkan tingkat kualitas susu di pos pengumpul atau KUD. Kualitas susu di tingkat pos pengumpul atau KUD rerata sudah masuk ke dalam kategori *Grade II* atau *Grade III* dengan harga susu rerata antara Rp 2.300,- sampai dengan Rp 2.500,- per liter. Proses selanjutnya susu dalam keadaan dingin dengan temperatur antara 4^o-8^o C dikirim ke PT Nestle Pasuruan Jawa Timur dengan jarak tempuh antara 30-40 Km dalam waktu 2-3 jam perjalanan. Hasil pengujian susu di tingkat IPS rerata kualitas susu sudah masuk ke dalam kategori *Grade III* dan *Grade IV*, sehingga IPS tidak akan pernah mendapat susu dalam kategori *Grade I* di jalur susu Jawa Timur ini. Berdasarkan hasil analisis komposisi kimia susu yang disesuaikan dengan perhitungan standar kualitas susu (*Grade*) dari PT Nestle, maka kualitas susu di tingkat petani ternak, pos pengumpul, KUD sampai ke IPS terlihat ada penurunan, terutama untuk kadar lemak (0,59%), TSL (0,60%) dan TPC (1,35 jt/ml).

Persentase perubahan komposisi kimia susu berdasarkan standar kualitas susu (*Grade*) dari tingkat petani ternak sampai ke pos pengumpul telah terjadi penurunan kualitas susu, terutama untuk kadar lemak (59,32%), TSL (58,33%) dan TPC (22,96%).

Persentase perubahan komposisi kimia susu dari tingkat pos pengumpul sampai ke KUD terjadi penurunan kadar lemak (15,25%), TSL (13,67%) dan TPC (28,15%). Kemudian persentase perubahan komposisi kimia susu dari tingkat KUD sampai ke IPS terjadi penurunan kadar lemak (25,42%), TSL (25,00%) dan TPC (48,89%). Tingkat penurunan kualitas susu tertinggi terjadi pada saat susu diuji di pos pengumpul, sedangkan penurunan kualitas susu terendah terjadi pada saat susu diuji di KUD.

Hasil kajian tentang gen penyandi kappa casein yang dilakukan pada sapi perah PFH yang dipelihara oleh petani ternak di daerah jalur susu Jawa Timur menunjukkan bahwa rerata sapi perah rakyat PFH dari keempat wilayah KUD tersebut mempunyai frekuensi alel A dan sedikit alel B, juga kebanyakan bergenotip AA dan AB, tetapi tidak ada yang bergenotip BB. Hasil analisis menunjukkan bahwa frekuensi alel A sebesar 0,74% dan frekuensi alel B sebesar 0,26%, sedangkan frekuensi genotip AA sebesar 0,55%, genotip AB sebesar 0,38% dan frekuensi genotip BB sebesar 0,07%.

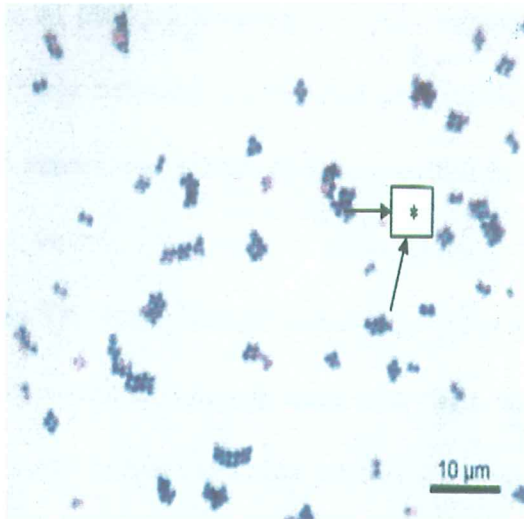
Hasil analisis diketahui bahwa rerata kadar protein dari Wilayah KUD Dau, KUD Karangploso, KUD Pujon dan KUD Ngantang, berturut-turut adalah 2,91%; 2,97%; 2,98% dan 3,13%. Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa wilayah KUD

Ngantang memiliki kadar protein yang paling tinggi (3,13%) dan paling rendah adalah wilayah KUD Dau (2,91%). Namun secara genetik frekuensi alel B paling besar (0,43%) ditemukan di wilayah KUD Pujon dan paling kecil (0,1) ada di wilayah KUD Karangploso. Berdasarkan analisis varian tentang keragaman genetik gen penyandi kappa casein di berbagai wilayah jalur susu Jawa Timur menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata ($P>0.05$) antara frekuensi alel A dan Alel B. Sedangkan untuk frekuensi genotip AB menunjukkan perbedaan yang nyata dengan genotip AA dan BB ($P<0,05$). Besarnya kadar protein yang tidak sesuai dengan besarnya frekuensi alel B maupun frekuensi genotip BB di keempat wilayah KUD tersebut disebabkan oleh banyaknya faktor yang mempengaruhi, terutama faktor pakan ternak dan kondisi lingkungan di wilayah tersebut.

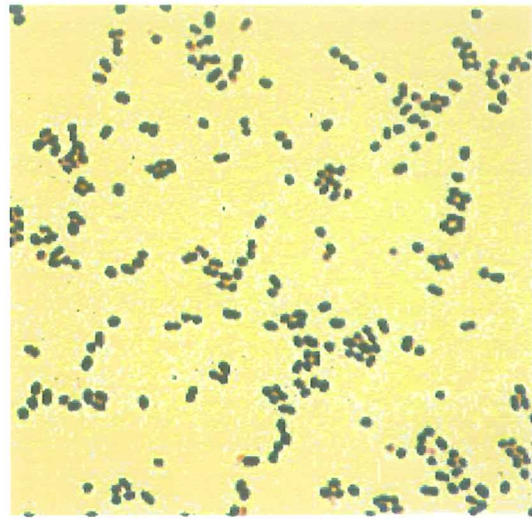
Hasil interpretasi tingkat reaksi dari uji mastitis subklinis dengan pemberian skor uji IPB-1 menunjukkan bahwa hasil reaksi antara susu dengan reagen IPB-1 di daerah jalur susu Malang sampai Pasuruan persentase tertinggi terjadi pada positif 2 yaitu sebesar 37,9%, sedangkan hasil interpretasi tingkat reaksi uji mastitis subklinis positif 1 sebesar 7,5% dan positif 3 sebesar 5,8%. Hasil penapisan sampel susu dengan menggunakan pereaksi IPB-1



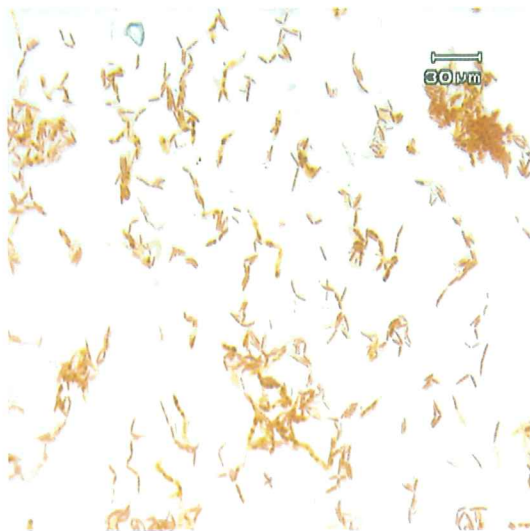
Gambar 1. Hasil PCR-RFLP DNA sapi perah menggunakan enzim restriksi *Hind III* pada gel agarose 1,5%



Staphylococcus aureus



Streptococcus agalactiae



Bacillus



Cocobacilli

Gambar 2. Morfologi dari bakteri *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Bacillus* dan *Cocobacilli* dalam sampel susu.

terhadap sapi-sapi perah rakyat menunjukkan bahwa sampel susu sebanyak 83 (51,87%) positif menderita mastitis subklinis, sedangkan sebagian sampel susu lainnya 77 (48,13%) dinyatakan negatif terhadap mastitis subklinis.

Hasil pengamatan terhadap bakteri penyebab mastitis subklinis tersebut diatas dapat dilihat pada Gambar 2.

Hasil analisis penapisan mastitis subklinis di empat jalur susu Malang sampai Pasuruan menunjukkan bahwa di wilayah KUD Karangploso sapi yang menderita mastitis subklinis yang tertinggi (32,53%), kemudian diikuti secara berturut-turut di wilayah KUD Dau (27,71%), KUD Ngantang (22,89%), dan yang terendah di KUD Pujon (16,86%). Hasil analisis tersebut tentu saja berbeda dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa kejadian mastitis subklinis di Jawa Tengah

sangat tinggi yaitu kurang lebih 85% (Wibawan, 1995 dan Wahyuni, 2002). Di Jawa Barat kejadian mastitis subklinis dapat mencapai 80-87% (Sudarwanto, 1999).

Persentase rerata prevalensi mastitis sub klinis di daerah jalur susu Malang sampai Pasuruan menunjukkan adanya perbedaan yang tidak bermakna. Analisis korelasi menunjukkan bahwa ternyata tidak ada perbedaan yang bermakna antara jumlah bakteri dalam susu dengan prevalensi mastitis subklinis ($P>0,05$). Sejumlah bakteri yang terdapat dalam susu bukanlah merupakan penyebab utama terjadinya mastitis subklinis pada sapi perah rakyat di daerah Malang sampai Pasuruan.

Kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah bahwa berdasarkan standar kualitas susu telah terjadi penurunan kualitas susu, penurunan kualitas susu tertinggi terjadi pada saat susu diuji di pos pengumpul, sedangkan penurunan kualitas susu terendah terjadi pada saat susu diuji di KUD, terutama untuk kadar lemak (59,32%), TSL (58,33%) dan TPC (22,96%). Faktor genetik ternyata tidak begitu berpengaruh terhadap kualitas susu, sebab tingginya kadar protein (2,98%) terlihat signifikan ($P<0,05$) dengan frekuensi genotip AB (0,38%), tetapi tidak signifikan ($P>0,05$) dengan frekuensi alel B (0,26%) maupun frekuensi genotip BB (0,07%). Keberadaan bakteri dalam sampel susu sapi perah rakyat bukan berpengaruh langsung terhadap prevalensi mastitis subklinis di daerah jalur susu Jawa Timur, walaupun besarnya prevalensi mastitis subklinis mencapai 51,87%.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmadi, Kustono, Soetarno, T., Rustamadji, B. 2004. *Risalah Simposium Penelitian Persusuan Nasional*. Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Diwyanto, K. 1991. Program Penelitian di Bidang Pemuliaan Ternak Serta Permasalahannya. *Makalah Seminar*. Bogor 26 September 1991. PAU Biotek IPB dan Fapet IPB, Bogor. Hal. III-1-III-14.

Formaggioni P. A., Summer, Malacarne, M., Mariani, P. 1999. Milk Polymorphism: *Detection and Diffusion of the Genetic Variants in Bos Genus*. <http://www.unipr.it/arpa/faevet/annah/1991/formaggioni.htm>.19/07/01.

Goff, H. D., Hill, A. R. 1993. Chemistry and Physics. In : Hui, Y.H (eds), *Dairy Science and Technology Handbook : Principles and Properties*. VCH Publisher Inc.

Gravert, H. O. 1987. *Dairy Cattle Production*. World Animal Science. CB. Elsevier Science Publisher. B. V.

Hurley, W. L., Morin, D. E. 2000. *Lactation Biology*. ANSCI 308. <http://classes.aces.edu/Ansci308>.

Mao, I. L., Buttazzoni, L. G., Aleandri, R. 1992. Effect Polymorphic Milk Protein Genes on Milk Yield and Composition Traits in Holstein Cattle. Sect. A, *Animal Sci*.

McCarty, P. L. 1982. One Hundred Years of Anaerobic Treatment. Dalam: Hugges *et al.*, editor. *Anaerobic digestion*. Amsterdam Eisevier Biomedical Press.

Ng-Kwai-Hang, Zadworny, D., Hayes, J. F., Kuhnlein, U. 1991. Identification of ϵ -Casein Genotype in Holstein: A Comparison between Analysis of Milk Samples from Daughters and Direct Analysis of Semen Samples from Sires by Polymerase Chain Reaction. *J. Dairy Sci*. Vol 74 (8)

Roberson, Jerry R. 1999. *The Epidemiology of Staphylococcus aureus on Dairy Farm Virginia Tech*. Black and Burg. Virginia.

Robinson, R. K. 1990. The Microbiology of Milk. Second Edition. *Elsevier Applied Science*. London and New York.

- Robitaille, G. 1995. Influence of ϵ -casein and α -lactoglobulin Genetic Variants on the Heat Stability of Milk. *J. Dairy Res.*
- Smith; K Larry, Hogan, J. S. 2000. *The World of Mastitis*. The Ohio State University. Wooster, Ohio USA.
- Soeparno. 1992. *Faktor Komposisi dan Karakteristik Fisik Susu*. Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sudarwanto, M. 1999. Usaha Peningkatan Produksi Susu Melalui Program Pengendalian Mastitis Subklinis. *Orasi Ilmiah Guru Besar Tetap Ilmu Kesehatan Veteriner*. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Tranter W. P. 1983. Herd Epidemiology Studies: *Bovine Mastitis in Veterinary Epidemiology*. Australia Vice-Chancellors Commite.
- Wibawan, I. W. T, Pasaribu, F. H., Huminto, H., Estuningsih, S. 1995. Ciri Biovar *Streptococcus Agalactiae* sebagai Petunjuk Infeksi Silang antara Sapi dan Manusia. *Laporan Hibah Bersaing IV Tahap-I*. Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor.