

## **Karakterisasi keunggulan genetik pejantan sapi Friesian Holstein BBIB Singosari**

K.W. Prihatin\*, Suharyanta, B.W. Lumbantobing, E.F. Sholikhah, Zulchaidi,  
Kushariyanto

Balai Besar Inseminasi Buatan Singosari, Jl. BBIB Singosari, Dusun Glatik,  
Desa Toyomarto, Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang-Jawa Timur 65153

\*Korespondensi: [unsiw.kk@gmail.com](mailto:unsiw.kk@gmail.com)

### **ABSTRAK**

Data genetik ternak sangat membantu dalam mengambil keputusan yang cepat dan tepat untuk memaksimalkan keuntungan dari usaha peternakan sapi perah yang efisien terutama di lingkungan tropis. Oleh karena itu BBIB Singosari melakukan genotyping pada enam ekor sapi pejantan FH yang dimiliki untuk membantu peternak Indonesia meningkatkan produksi susu pada lingkungan pemeliharaannya. Genotyping dilakukan pada marka-marka genetik sifat beta kasein susu (CSN2|DdeI), produksi susu ( $\beta$ -LG|HaeIII), resistensi terhadap mastitis (LTF|EcoRI) melalui metode PCR-RFLP, dan toleransi terhadap stress panas (HSP90) melalui metode AS-PCR. Hasil analisis menunjukkan persentase genotype unggulan dari enam pejantan secara berturut-turut 33%  $\beta$ -LG AB, 67% CSN2 A2A2, 33% LTF AA, dan 33% HSP90 TT. Hasil genotyping ini dapat membantu peternak sapi perah atau pemangku kepentingan terkait untuk memilih secara cepat pejantan-pejantan unggul yang tersedia untuk mengoptimalkan usaha dan produksi sapi perah.

**Katakunci:** Holstein;  $\beta$ -LG; CSN2; LTF; HSP90AB1

## **ABSTRACT**

**CHARACTERIZATION OF THE GENETIC SUPERIORITY OF HOLSTEIN FRIESIAN BULLS OF BBIB SINGOSARI.** The existence of livestock genetic data will be very beneficial in making quick and appropriate decisions to maximize profits from efficient dairy farming, especially in tropical environments. For this reason, BBIB Singosari carried out genotyping on six FH bulls it owned to assist Indonesian dairy farmers in making plans to improve future milk production in their rearing environment. Genotyping was carried out on genetic markers of milk beta casein (CSN2|DdeI), milk production ( $\beta$ -LG|HaeIII), resistance to mastitis (LTF|EcoRI) via the PCR-RFLP method, and tolerance to heat stress (HSP90) via the AS-PCR method. The results of the analysis showed that the percentage of superior genotypes in the six males was 67% CSN2 A2A2 genotype, 33%  $\beta$ -LG AB genotype, 33% LTF AA genotype, and 33% HSP90 TT genotype respectively. The results of this genotyping can help dairy farmers or related stakeholders to correctly select available superior bulls to optimize business and dairy cattle production in the future.

**Keywords:** Holstein;  $\beta$ -LG; CSN2; LTF; HSP90AB1

S

## PENDAHULUAN

Usaha Peternakan sapi perah di Indonesia masih merupakan usaha yang potensial. Permintaan susu terus meningkat dari waktu ke waktu namun belum bisa dipenuhi dari produksi dalam negeri, sehingga harga susu di Indonesia cukup tinggi (Ifani *et al.*, 2022). Rumpun sapi perah utama di Indonesia adalah Friesian Holstein dengan rata-rata produksi harian sebesar 13 liter (Darmawan, 2022), masih jauh dari performa sapi FH sebenarnya. Seperti halnya produksi sapi perah di daerah tropis, keterbatasan produksi sapi FH di Indonesia disebabkan keterbatasan teknologi, kualitas dan kuantitas pakan dan produktifitas sapi perah yang rendah (Budiman dan Alta, 2022), manajemen mastitis yang buruk (Khasanah *et al.*, 2021; Nuraini *et al.*, 2023), dan ancaman perubahan iklim (Asmarasari *et al.*, 2023).

Sistim pengembangbiakan sapi FH rakyat di Indonesia dilakukan melalui inseminasi buatan dengan mayoritas semen beku yang digunakan diproduksi oleh Balai Inseminasi Buatan Nasional. Evaluasi genetik pejantan sapi perah nasional yang dilakukan saat ini masih terbatas dilakukan pada sifat volume susu (Haryanto *et al.*, 2023). Kondisi tersebut memberikan informasi yang terbatas bagi peternak

dalam pengembangbiakan ternaknya untuk produksi susu dengan kualitas tertentu (Widodo *et al.*, 2022).

Saat ini ilmu genetika molekuler memberikan wawasan baru terhadap pendekatan pemuliaan ternak klasik (Lapian, 2023). Munculnya seleksi genomik dalam dekade terakhir merupakan sebuah revolusi dalam industri sapi perah yang memungkinkan kemajuan genetik lebih cepat diperoleh (Peñagaricano, 2020). Dengan infrastruktur yang telah terbentuk, informasi genomik cukup akurat dan dapat digunakan untuk evaluasi genetik tanpa harus mengumpulkan data sifat yang diamati (Wiggans and Carillo, 2022).

Oleh karena itu, cukup penting untuk melakukan karakterisasi genomik pejantan sapi perah di BBIB Singosari untuk sifat-sifat produksi susu, kualitas susu, resistensi terhadap mastitis dan toleransi terhadap iklim panas yang bisa menjadi rujukan bagi peternak sapi perah maupun stakeholder terkait dalam merencanakan pengembangbiakan sapi perah sesuai karakter wilayah masing-masing.

Tabel 1. Pejantan sapi perah Friesian Holstein di BBIB Singosari

No.	Kode	Tanggal Lahir	Sire	Dam
1	316117-TE	20/10/2016	Summershade Igniter	Ingoldale Storm Tanya
2	317119-TE	06/05/2017	Regan-Alh-Diplomat	Foxdale Blitz Lila
3	319120-TE	22/06/2019	Dudoc Mr. Burns	Segenhoe Park R. Connie
4	320121-IB	16/03/2020	Mainstream Manifold	Segenhoe Ray
5	320122-IB	17/03/2020	Dulet Kickball	317456T
6	321123-TE	23/10/2021	ST Gen. Prowler	No-Fla Jonah Gaye

Keterangan: Kode TE merupakan pejantan yang dihasilkan dari Transfer Embryo, Kode IB merupakan pejantan yang dihasilkan dari Inseminasi Buatan.

## MATERI DAN METODE

### Hewan dan pengambilan sampel darah

Materi penelitian adalah enam ekor sapi perah Friesian Holstein jantan donor semen yang terdiri dari 4 ekor pejantan dan 2 ekor calon pejantan unggul di BBIB Singosari yang berumur 3-7 tahun (Tabel 1). Pejantan pejantan tersebut merupakan pejantan kelahiran Indonesia yang berasal dari transfer embryo (TE) atau inseminasi buatan (IB).

Selanjutnya sampel darah dari keenam pejantan tersebut diambil dari vena jugularis menggunakan venoject Becton Dickinson dengan jarum 21 G dalam tabung vacutainer 3 ml yang mengandung antikoagulan EDTA. Pengambilan sampel darah dilakukan oleh paramedik veteriner

dibawah penyaliaan dokter hewan. Selanjutnya sampel darah disimpan segera dalam temperature 4° C sebelum dikirimkan untuk proses genotyping.

### Ekstraksi DNA dan Genotyping

Seluruh proses yang meliputi ekstraksi DNA, genotyping, dan pembacaan hasil analisa dilakukan secara alih daya di PT. Moosa Genetika Farmindo. Secara umum, proses genotyping dilakukan melalui 2 metode yaitu teknik PCR-RFLP dengan primer DNA CSN2|DdeI untuk mengetahui jenis casein susu,  $\beta$ -LG|HaeIII untuk sifat produksi susu dan kadar lemak, LTF|EcorI untuk sifat resistensi terhadap mastitis, dan teknik AS-PCR melalui amplifikasi fragment gen

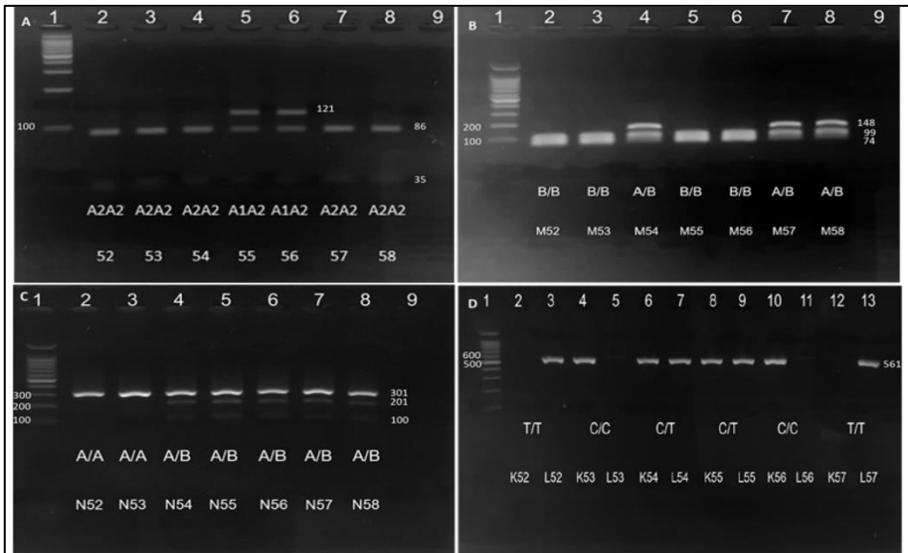
HSP90AB1 untuk sifat toleransi terhadap stress panas.

Analisa PCR dilakukan melalui proses elektroporesis pada gel agarose 2% dan visualisasi pita DNA dilakukan melalui UV-

Transilluminator. Analisa genotyping dilakukan berdasarkan munculnya pita DNA yang diamplifikasi pada tiap metode pada tangga DNA 100 bp (Tabel 2).

Tabel 2. Metode dan interpretasi genotype pada genotyping pejantan FriesianHolstein di BBIB Singosari.

No	DNA Marker	Pita DNA	Genotype	Interpretasi
1	CSN2 DdeI	86,35	A2A2	$\beta$ -casein yang bebas BCM7
		121, 86, 35	A1A2	Heterozygot
		121	A1A1	$\beta$ -casein yang memproduksi BCM7
2	$\beta$ -LG HaeIII	99, 74	BB	Produksi susu dan kadar lemak lebih rendah
		148, 99, 74	AB	Produksi susu dan kadar lemak lebih tinggi
3	LTF EcoRI	301,201,100	AB	Kadar laktoferin yang lebih rendah
		301	AA	Kadar laktoferin lebih tinggi
		NA / 561	TT	Koefisien toleransi lebih tinggi terhadap panas
4	HSP90AB1	561 / 561	CT	Kurang toleran terhadap stress panas
		561 / NA	CC	Kurang toleran terhadap stress panas



Gambar 1. Hasil elektroporesis pada gel agarose 2% menunjukkan polimorfisme dari gen CSN2|DdeI (A), gen  $\beta$ -LG|HaeIII (B), LTF|EcoRI (C), dan HSP90AB1 (D)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses amplifikasi DNA berhasil menghasilkan polimorfisme pada semua pengujian yang dilakukan (Gambar 1) dan masing-

masing genotype pada gen-gen CSN2|DdeI,  $\beta$ -LG|HaeIII, LTF|EcoRI, dan HSP90AB1 pada pejantan-pejantan sapi FH tersaji pada tabel 3.

Tabel 3. Genotype pejantan berdasarkan polimorfisme genom CSN2,  $\beta$ -LG, LTF, dan HSP90

No.	Kode	Genotype			
		CSN2 DdeI	B-LG HaeIII	LTF EcoRI	HSP90
1	316117-TE	A2A2	BB	AA	TT
2	317119-TE	A2A2	BB	AA	CC
3	319120-TE	A2A2	AB	AB	CT
4	320121-IB	A2A1	BB	AB	CT
5	320122-IB	A2A1	BB	AB	CC
6	321123-TE	A2A2	AB	AB	TT

### Genotyping Gen CSN2|DdeI

Metode PCR-RFLP gen CSN2|DdeI menghasilkan polimorfisme pada pita ke 35, 86 dan 121 seperti yang pernah dilaporkan sebelumnya, diantaranya pada sapi Friesian Holstein di Slovakia (Hanusová *et al.*, 2010), sapi Sahiwal di India (Pandey *et al.*, 2019), dan sapi lokal Yunani (Antonopoulos *et al.*, 2021). Digesti enzim restriksi DdeI pada studi ini menghasilkan dua genotype, homozigot A2A2 pada 4 ekor sapi pejantan Friesian Holstein 316117, 317119, 319120, dan 320123 sedangkan heterozigot A1A2 pada 2 ekor sapi calon pejantan Friesian Holstein 320121 dan

320122. Susu yang berasal dari sapi perah dengan genotype A2A2 tidak menghasilkan beta-casomorphin 7 ( $\beta$ -CM7) dalam proses digesti, sehingga susu yang dihasilkan dianggap lebih aman, tidak memicu gejala lactose intolerance, dan rasa

tidak nyaman di perut (Nguyen *et al.*, 2021). Oleh karena itu, saat ini beta casein A2A2 menjadi suatu trend di dunia, dan salah satu survey membuktikan masyarakat mau membayar lebih mahal untuk produk susu yang hanya mengandung beta casein A2 (Bentivoglio *et al.*, 2023

### Genotyping Gen $\beta$ -LG|HaeIII

Amplifikasi melalui PCR-RFLP gen  $\beta$ -LG|HaeIII menghasilkan polimorfisme pada pita 74, 99, dan 148 pada tangga DNA 100 bp. Restriksi HaeIII pada gen  $\beta$ -LG sapi-sapi pejantan FH di BBIB Singosari menghasilkan dua genotype yaitu AB sebanyak 2 ekor pejantan 319120 dan 320123 serta 4 ekor pejantan 316177, 317119, 320121, dan 320122 bergenotype BB. Polimorfisme serupa dengan metode yang sama juga pernah dilaporkan sebelumnya di Indonesia (Agung *et al.*, 2021).  $\beta$ -LG telah menjadi penanda untuk sifat produksi susu dan lemak susu sapi perah (Heck *et al.*, 2009). Sapi perah dengan genotype AA memiliki korelasi dengan produksi susu yang lebih tinggi dan genotype BB memiliki kandungan lemak susu yang lebih tinggi, sementara genotype AB memiliki produksi susu dan persentase protein yang lebih tinggi (Doosti *et al.*, 2011; Zagloul *et al.*, 2016).

### Genotyping Gen LTF|EcoRI

Restriksi enzim EcoRI pada amplifikasi gen LTF pada proses PCR-RFLP menghasilkan dua genotype yaitu AA dan AB pada tangga DNA 100 bp dalam gel agarose 2%. Genotype AA ditemukan pada 2 ekor pejantan 316117 dan 317119 sedangkan genotype AB ditemukan pada 4 ekor pejantan 319120, 320121, 320122, dan 320123. Polimorfisme pada pita ke 100, 201, dan 301 gen LTF yang

serupa pernah dilaporkan sebelumnya pada sapi Friesian Holstein di Indonesia (Mariana, 2011; Maulana *et al.*, 2022). Sejauh ini gen LTF dimanfaatkan sebagai marker untuk melakukan seleksi sapi perah yang memiliki resistensi terhadap mastitis (Wojdak-Maksymiec *et al.*, 2006). Sapi perah dengan genotype AA dilaporkan cenderung lebih resisten terhadap mastitis dibandingkan genotype AB (Shivashanker *et al.*, 2022; Beishova *et al.*, 2023).

### Genotyping Gen HSP90AB1

Amplifikasi gen HSP90AB1 melalui tehnik AS-PCR berhasil menghasilkan polimorfisme pada 561 bp dengan tiga genotype CC, CT, dan TT seperti yang pernah dilaporkan sebelumnya pada sapi perah di Indonesia (Prastowo *et al.*, 2021). Genotype CC ditemukan pada 2 pejantan 317119 dan 320122, selanjutnya genotype CT ditemukan pada 2 pejantan 31920 dan 320121, sedangkan genotype TT pada 2 pejantan 316117 dan 320123. Gen HSP90 merupakan salah satu gen yang menjadi marker genetik untuk sifat ketahanan terhadap stress temperatur panas (Hariyono dan Prihandini, 2022). Alel T dilaporkan memiliki sifat meningkatkan daya tahan terhadap iklim panas (Charoensook *et al.*, 2012) dan sapi yang memiliki genotype TT memiliki daya tahan yang lebih tinggi pada lingkungan yang panas (Sajjanar *et al.*, 2015).

Evaluasi genom telah berhasil diterapkan di Amerika Serikat, Kanada, Inggris Raya, Irlandia, Selandia Baru, Australia, Prancis, Belanda, Jerman, dan negara-negara Skandinavia (Weller *et al.*, 2017). Penerapan teknologi ini telah membawa revolusi dalam industri susu di seluruh dunia dengan menggandakan laju perolehan genetik melalui pengurangan separuh interval generasi (Wiggans and Carillo, 2022). Reliabilitas seleksi genomik pada sapi perah pada sifat yang berbeda memiliki akurasi cukup tinggi yakni antara 60%-70% dan sebesar 50% untuk sifat baru, bahkan dapat dilakukan pada calon-calon pejantan sejak dilahirkan (Gutierrez-Reinoso *et al.*, 2021). Lebih dari itu, seleksi genom juga sangat potensial dilakukan di negara-negara berkembang hingga level peternak skala kecil seperti yang pernah dievaluasi di India (Al-Kalalkeh *et al.*, 2021).

## KESIMPULAN

Hasil kajian ini menunjukkan bahwa proses genotyping yang dilakukan telah berhasil menunjukkan keragaman genotype gen CSN2,  $\beta$ -LG, LTF, dan HSP90 yang dapat menunjukkan karakter keunggulan dari masing-masing pejantan sapi FH di BBIB Singosari. Selanjutnya, informasi genom ini dapat digunakan oleh peternak sapi perah atau stakeholder terkait untuk merencanakan program pemuliaan yang tepat sesuai

dengan karakter lingkungan masing-masing.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agung, P.P., A.S.Wulandari, W.P.B. Putra, T.R. Destianty, F.K. Muzaki, S. Hillary, G.E. Wijayanti, M. Gunawan dan E. Kaiin. 2021. Variation of prolactin and  $\beta$ -Lactoglobulin genes in the Indonesian FH Cattle. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 888(2021): 012023.
- Al-Kalalkeh, M., M. Swaminathan, Y. Gaundare, S. Joshi, H. Aliloo, E.M. Strucken, V. Ducrocq dan J.P. Gibson. 2021. Genomic evaluation of milk yield in a smallholder crossbred dairy production system in India. Genetics Selection Evolution, 53(1): 1-14.
- Antonopoulos, D., D. Vougiouklaki, G. Laliotis, T. Tsironi, I. Valasi, A. Chatzilazarou, P. Halvatsiotis, dan D. Houhoula. 2021. Identification of Polymorphisms of the CSN2 Gene Encoding  $\beta$ -Casein in Greek Local Breeds of Cattle. Veterinary Sciences, 8(11): 257.
- Asmarasari, S., N. Azizah, S. Sutikno, W. Puastuti, A. Amir, L. Praharani, S. Rusdiana, C.



- Hidayat, A. Hafid, D.A. Kusumaningrum, F. Saputra, C. Talib, A. Herliatika, M.I. Shiddieqy, dan S.Y. Hayanti. 2023. A review of dairy cattle heat stress mitigation in Indonesia. *Veterinary World* 16(5): 1098–1108.
- Beishova, I., B. Nurgaliyev, A. Belaya, G. Chuzhebayeva, V. Ulyanov, T. Ulyanova, A. Kovalchuk, L. Dushayeva, K. Mursabayev, A. Taipova, A. Zholdasbekova dan A. Isabaev. 2023. Marking of Genetic Resistance to Chlamydia, Brucellosis and Mastitis in Holstein Cows by Using Polymorphic Variants of LTF, MBL1 and TLR9 Genes. *American Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 18(2): 88-97.
- Bentivoglio, D., A. Finco, G. Bucci dan G. Staffolani. 2020. Is there a promising market for the A2 milk? Analysis of Italian consumer preferences. *Sustainability*, 12(17): 6763.
- Budiman, I., dan A. Alta. 2022. Transfer Teknologi dan Pengetahuan untuk Peternakan Sapi Perah: Kontribusi Sektor Swasta dalam Meningkatkan Produksi Susu. Makalah Kebijakan No. 52 (pp 11-31). Center for Indonesian Policy Studies (CIPS). Jakarta, Indonesia.
- Charoensook, R., K. Gatphayak, A.R. Sharifi, C. Chaisongkram, B. Brenig dan C. Knorr. 2012. Polymorphisms in the bovine HSP90AB1 gene are associated with heat tolerance in Thai indigenous cattle. *Tropical Animal Health and Production*, 44: 921–928.
- Darmawan, C. 2022. Dairy and Products Annual. Jakarta: USDA-Foreign Agricultural Services.
- Doosti, A., A. Arshi, M. Yaraghi dan M. Dayani-Nia. 2011. Comparative study of  $\beta$ -lactoglobulin gene polymorphism in Holstein and Iranian native cattle. *Journal of Cell and Animal Biology*, 5(3): 53-55.
- Gutierrez-Reinoso, M., P. Aponte M. Garcia-Herreros. 2021. Genomic Analysis, Progress and Future Perspectives in Dairy Cattle Selection: A Review. *Animal*, 11(3): 599.
- Hanusová, E., J. Huba, M. Oravcová, P. Polák dan I. Vrtková. 2010. Genetic variants of beta-casein in Holstein dairy cattle in Slovakia. *Slovak J. Anim. Sci.*, 43(2): 63-66.
- Hariyono, D., dan P. Prihandini. 2022. Association of selected gene polymorphisms with

- thermotolerance traits in cattle – A review. *Animal Bioscience*, 35(11): 1635-1648.
- Haryanto, G., A. Atabany dan B.P. Purwanto. 2023. Performa Produksi Susu Sapi Anakan Betina (Daughter Cow) Friesian Holstein (FH) Hasil Uji Zuriat. *Jurnal Sains dan Teknologi Peternakan*, 4(2): 56-62.
- Heck, J. M., A. Schennink, H.J. Van Valenberg, H. Bovenhuis, M.H. Visker, J.A. Van Arendonk dan A.C. Van Hooijdonk. 2009. Effects of milk protein variants on the protein composition of bovine milk. *Journal of dairy science*, 92(3): 1192-1202.
- Ifani, M., D.N. Cahyo, A.N. Syamsi, H.S. Widodo dan Y. Subagyo. 2022. Pengaruh Produktivitas Sapi Perah terhadap Produksi Susu Sapi Nasional. *Seminar Nasional Teknologi Agribisnis Peternakan (STAP) 9-Fapet Unsoed* (pp. 112-117). Purwokerto, Indonesia.
- Khasanah, H., H.B. Setyawan, R. Yulianto, DC. Widianingrum. 2021. Subclinical mastitis: Prevalence and risk factors in dairy cows in East Java, Indonesia. *Veterinary World*, 14(8): 2102-2108.
- Lapian, H.F.N. 2023. Molecular genetic approaches on cattle and chicken breeding: A Review. *Zootec*, 43(2): 254-263.
- Mariana, E. 2011. Analisis Keragaman Gen Laktoferin Pada Sapi Friesian-Holstein Dengan Metode Pcr-Rflp. *Agripet*, 11(1): 15-21.
- Maulana, M.B.T.A., S. Widayanti, R. Vanessa, G. Pambuko, R.E.P. Lestari, N. Herowati, T. Gunawan, S. Prastowo, A. Susilawati dan Sutarno. 2022. Association of Lactoferrin (LTF) Gene Variation to Milk Yield in Indonesian Friesian Holstein. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1020(2022): 012003.
- Nguyen, D. D., F. Buseti, G. Smolenski, S.K. Johnson dan V.A. Solah. 2021. Release of beta-casomorphins during in-vitro gastrointestinal digestion of reconstituted milk after heat treatment. *LWT - Food Science and Technology*, 136(2021): 110312.
- Nuraini, D.M., M. Andityas, P. Sukon dan P. Phuektes. 2023. Prevalence of mastitis in dairy animals in Indonesia: A systematic review and meta-analysis. *Veterinary World*, 16(7): 1380-1389.

- Pandey, A., M.S. Thakur dan Y. Pandey. 2019. Polymorphism of beta ( $\beta$ ) casein gene and their association with milk production traits in Sahiwal and HF crossbred cattle. *Indian Journal of Animal Research*, 53(7): 847-851.
- Peñagaricano, F. 2020. Chapter 6 - Genetics and genomics of dairy cattle. In W. Fuller, G. Bazer, C. Lamb, & G. Wu, *Animal Agriculture: Sustainability, Challenges and Innovations* (pp. 101-119). Academic Press.
- Prastowo, S., M.M. Adzdzakiy, R. Vanessa, G. Pambuko dan A. Susilowati. 2021. Polymorphism scanning of HSP90AB1 gene in local Friesian Holstein as molecular marker for heat stress resistance. *E3S Web of Conferences*, 306(2021): 05016.
- Sajjanar, B., R. Deb, U. Singh, S. Kumar, M. Brahmane, A. Nirmale, S.K. Bal dan P.S. Minhas. 2015. Identification of SNP in HSP90AB1 and its association with the relative thermotolerance and milk production traits in Indian dairy cattle. *Animal Biotechnology*, 26(1): 45-50.
- Shivashanker, R., Nagaraja, S.S. Hiremath, S. Isloor, S. Bajantri dan Yogesh. 2022. Bovine lactoferrin gene polymorphism and their association with mastitis in HF crossbred and Deoni cattle. *The Pharma Innovation Journal*, SP-11(10): 1796-1799.
- Weller, J.I., E. Ezra dan M. Ron. 2017. Invited review: A perspective on the future of genomic selection in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 100(11): 8633-8644.
- Widodo, H. S., C.N. Hidayah, Y. Subagyo dan A.N. Syamsi. 2022. Preferensi Peternak dalam Pemilihan Pejantan Sapi Perah Sumber Bibit Inseminasi Buatan Dan Relasinya dengan Alel A2 Gen CSN2. Paper presented in the Seminar Nasional Cendekia Peternakan-Universitas Islam Kadiri, (pp. 146-150). Kediri, Indonesia.
- Wiggans, G.R. dan J.A. Carillo. 2022. Genomic selection in United States dairy cattle. *Frontiers in Genetics*, 13(2022): 994466.
- Wojdak-Maksymiec, K., M. Kmiec dan J. Ziemak. 2006. Associations between bovine lactoferrin gene polymorphism and somatic cell count in milk. *Veterinarni Medicina*, 51(1): 14-20.
- Zaglool, A. W., A. Awad, I.E. El Araby dan K.M. El-Bayomi. 2016. Association of  $\beta$ -

Lactoglobulin gene  
polymorphism with milk yield,  
fat and protein in Holstein-  
Friesian Cattle. World's

Veterinary Journal, 6(3): 117-  
122