

Prolaktin sebagai Kandidat Gen Pengontrol Sifat Rontok Bulu dan Produksi Telur pada Itik

Triana Susanti

Balai Penelitian Ternak, PO Box 221, Bogor 16002
triana_susie@yahoo.com

(Diterima 27 November 2014 – Direvisi 8 Januari 2015 – Disetujui 20 Februari 2015)

ABSTRAK

Kejadian rontok bulu merupakan masalah krusial pada itik lokal yang perlu ditangani dari berbagai aspek, termasuk aspek genetik. Penanganan masalah rontok bulu secara genetik dapat dilakukan dengan cepat dan akurat apabila telah ditemukan gen pengontrolnya. Upaya pencarian marka gen rontok bulu dapat dilakukan melalui pendekatan dengan sifat mengeram pada unggas, karena proses fisiologisnya saling terkait dengan kelangsungan produksi telur. Makalah ini menguraikan tentang mekanisme sifat rontok bulu, keterkaitan sifat rontok bulu dengan hormon prolaktin dan asosiasi keragaman gen prolaktin dengan rontok bulu dan produksi telur. Kejadian rontok bulu dan produksi telur dipengaruhi oleh hormon prolaktin, yang diduga dikontrol oleh gen prolaktin. Konsentrasi tinggi hormon prolaktin akan menghambat kerja hipofisa mengakibatkan produksi hormon gonadotropin yaitu *follicle stimulating hormone* (FSH) dan *luteinizing hormone* (LH) menurun sehingga tidak terjadi ovulasi. Hal ini mengakibatkan berhentinya produksi telur dan pada saat yang bersamaan terjadi proses rontok bulu.

Kata kunci: Gen prolaktin, rontok bulu, produksi telur, itik

ABSTRACT

Prolactin as a Candidate Gene Controlling Molting and Egg Production of Duck

Incidence of molting is a crucial problem in the local ducks that need to be handled from many aspects including genetic aspect. Handling of molting genetically can be done quickly and accurately when the control genes have been found. The search for marker genes of molting can be conducted in poultry through broodiness naturally, because its physiological processes are related to the continuity of egg production. This paper describes the mechanism of molting, the relationship of molting with prolactin hormone and the association of prolactin gene polymorphism with molting and egg production. Molting and egg production were influenced by the prolactin hormone, that may be controlled by the prolactin gene. High concentration of prolactin hormone will inhibit the function of pituitary gland, decreasing production of gonadotrophin hormone (follicle stimulating hormone and luteinizing hormone) hence ovulation ceased. This will stop egg production and at the same time molting process occurred.

Key words: Prolactin gene, molting, egg production, duck

PENDAHULUAN

Kebutuhan bibit itik pada saat ini semakin meningkat, seiring dengan banyaknya permintaan terhadap produk ternak itik yaitu telur dan daging. Namun, kebutuhan bibit itik yang semakin tinggi tersebut belum diikuti dengan ketersediaannya. Meskipun jenis itik relatif banyak dan tersebar hampir di seluruh wilayah Indonesia, namun produktivitasnya masih rendah terutama itik yang dipelihara secara tradisional. Salah satu penyebab rendahnya produktivitas itik lokal adalah proses *molting* (rontok bulu) yang menyebabkan periode berhenti bertelur menjadi lebih lama. Susanti et al. (2012a) melaporkan bahwa terdapat korelasi negatif antara lamanya rontok bulu dengan produksi telur sehingga dalam satu periode satu tahun, semakin panjang berhenti bertelur

menyebabkan produksi telur semakin sedikit. Hal ini tentu saja sangat merugikan peternak, karena itik harus tetap diberi pakan, namun tidak berproduksi. Oleh karena itu, suatu upaya diperlukan untuk menangani masalah rontok bulu pada itik.

Selama ini, penanganan rontok bulu dilakukan dari aspek manajemen pakan (Anderson & Havenstein 2007) dan hormonal (Anwar & Safitri 2005). Namun, dampak dari kegiatan ini bersifat sementara karena berkurangnya kejadian rontok bulu tidak dapat diwariskan pada keturunannya. Sehingga perlu dipikirkan pemecahan masalah rontok bulu dari aspek lain, yaitu salah satunya dari aspek genetik. Pengendalian masalah rontok bulu dengan pendekatan secara genetik diharapkan dapat memberikan dampak permanen, karena akan diwariskan pada keturunannya. Langkah awal upaya pengendalian sifat rontok bulu

berdasarkan genetik adalah dengan mencari atau menentukan gen pengontrolnya yaitu *single major gene* atau *polygene*, pola pewarisannya dan faktor-faktor genetik yang mempengaruhinya. Informasi yang bersifat genetik tersebut sangat berguna untuk memudahkan dalam menyusun program pemuliaan itik selanjutnya.

Pada program pemuliaan melalui seleksi telah banyak digunakan *marker assisted selection* (MAS) sebagai marka gen pengontrol suatu sifat, terutama sifat-sifat penting yang mempunyai nilai ekonomi. Sifat rontok bulu mempunyai nilai ekonomis karena berkaitan dengan berhentinya produksi telur, sehingga gen pengontrolnya perlu diketahui. Apabila marka gen rontok bulu tersebut sudah diperoleh, maka seleksi dengan kriteria sifat rontok bulu pada itik akan lebih akurat, lebih cepat dan lebih efisien karena tidak perlu menunggu ternak berproduksi terlebih dahulu.

Upaya untuk pencarian marka gen rontok bulu pada itik dapat dilakukan melalui pendekatan dengan penggunaan gen prolaktin sebagai kandidat gen yang berperan dalam sifat mengeram pada ayam. Hal ini berdasarkan asumsi bahwa mekanisme genetik sifat rontok bulu dikontrol oleh gen yang sama dengan sifat mengeram, karena proses fisiologisnya sama-sama terkait dengan kelangsungan produksi telur. Asumsi ini diperkuat oleh Berry (2003) yang menyatakan bahwa munculnya sifat mengeram tampaknya menjadi faktor utama yang menginisiasi terjadinya rontok bulu secara alami.

Dalam makalah ini, dibahas mengenai pengertian dan mekanisme rontok bulu pada itik, keterkaitan rontok bulu dengan hormon prolaktin dan asosiasi gen prolaktin dengan sifat rontok bulu dan produksi telur.

PENGERTIAN DAN MEKANISME SIFAT RONTOK BULU

Rontok bulu adalah proses lepasnya bulu-bulu secara alami pada unggas betina dewasa selama masa produksi telur, sebagai akibat terdorong oleh tumbuhnya bulu baru. Terjadinya rontok bulu merupakan waktu istirahat bagi ternak unggas dalam menghasilkan telur dan sekaligus melakukan regenerasi pada jaringan saluran reproduksi atau oviduk (Beyer 1998).

Kejadian rontok bulu yang bersifat alami pada unggas ini membuat para peternak berupaya membuat cara agar ternak peliharaannya mengalami rontok bulu secara serempak atau *forced molting* yang biasanya dilakukan dengan pengambilan pakan dari kandang atau *feed withdrawal* yaitu memuaskan ternak dengan hanya diberi air minum atau pemberian pakan dengan jumlah yang sangat terbatas dan kualitas rendah (Setioko 2005). Kegiatan *forced molting* banyak ditentang oleh para pencinta binatang, karena termasuk

kegiatan penyiksaan yang merupakan pelanggaran terhadap *animal welfare*. Hal ini memerlukan upaya dari bidang ilmu lain untuk mengatasi rontok bulu, Salah satunya dari ilmu genetika yang akan memberikan dampak yang lebih permanen.

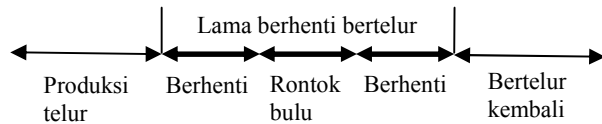
Setioko (2005) menyatakan bahwa rontok bulu dapat dibagi dua yaitu rontok bulu kecil, apabila bulu badan rontok dan rontok bulu besar, yaitu bila bulu sayap yang rontok. Sebelum rontok bulu besar, biasanya itik akan mengalami rontok bulu kecil terlebih dahulu atau terjadi secara bersamaan. Kadang-kadang, itik langsung mengalami rontok bulu besar tanpa harus melalui rontok bulu kecil. Tanda spesifik pada itik yang akan mengalami rontok bulu yaitu dengan melihat bulu sayap sekunder nomor 12, 13 dan 14, yang akan rontok terlebih dahulu sebelum bulu sayap yang lain. Gambar itik yang mengalami rontok bulu sayap dan pertumbuhan bulu baru ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. (A) Itik yang mengalami rontok bulu; (B) Itik dengan pertumbuhan bulu baru; (C) Itik yang tidak mengalami rontok bulu

Sumber: Koleksi pribadi

Kejadian rontok bulu selalu terjadi pada periode berhenti bertelur (Susanti et al. 2012b). Pola urutan kejadian rontok bulu, berhenti bertelur dan produksi telur tercantum pada Gambar 2.



Gambar 2. Pola rontok bulu pada itik

Sumber: Susanti et al. (2012b)

Pada Gambar 2 tampak bahwa rontok bulu selalu terjadi pada periode berhenti bertelur. Hal ini mungkin sebagai akibat dari mulai mengecilnya organ saluran reproduksi, sehingga tidak ada telur yang dihasilkan (Berry 2003; Park et al. 2004). Tanda-tanda lain yang perlu mendapat perhatian pada itik yang akan mengalami rontok bulu yaitu menurunnya produksi telur. Apabila terjadi penurunan produksi yang drastis, biasanya sampai 20-30%, itik tersebut akan segera rontok bulunya (Setioko 2005). Hal ini terjadi karena pada saat rontok bulu, ovarium unggas mengalami pengecilan yang pada akhirnya akan menyebabkan produksi telur berhenti secara otomatis.

Salah satu faktor pemicu mengecilnya organ saluran reproduksi unggas sehingga produksi telur menurun atau bahkan berhenti bertelur adalah stres (Webster 2000; Duncan 2001). Akibat dari stres tersebut, maka produksi telur akan berhenti, kemudian terjadilah rontok bulu. Mekanisme kejadian stres dengan berhenti bertelur, itik hanya sedikit mengkonsumsi pakan, sehingga bobot badannya berkurang, termasuk menyusutnya jaringan otot dan jaringan lemak. Hal ini menyebabkan kurangnya suplai lemak ke hati sebagai salah satu depot lemak, sehingga ukuran hati menjadi kecil seperti itik-itik dara yang belum bertelur. Penyusutan ukuran hati berdampak pada inaktif ovarium. Penyusutan ovarium menyebabkan tidak ada telur yang diproduksi atau berhenti bertelur dan tidak lama setelah berhenti bertelur, maka rontok bulu terjadi.

Berdasarkan uraian di atas, kejadian rontok bulu dengan produksi telur merupakan urutan kejadian yang dikontrol oleh faktor lain yaitu hormon. Pada proses berhentinya produksi telur terdapat perubahan kerja hormon-hormon reproduksi. Hormon prolaktin yang bekerja untuk pembentukan kerabang telur, pada masa produksi, akan beralih untuk pertumbuhan bulu pada saat berhenti bertelur. Tumbuhnya bulu-bulu baru akan mendorong bulu-bulu lama lepas yang disebut rontok bulu (Webster 2000; Duncan 2001).

KETERKAITAN SIFAT RONTOK BULU DENGAN HORMON PROLAKTIN

Pendugaan gen prolaktin sebagai pengontrol sifat rontok bulu akan lebih akurat apabila dikonfirmasi dengan keterkaitan hormon prolaktin dengan sifat rontok bulu atau produksi telur. Berry (2003) menyatakan bahwa aktivitas mengeram dikontrol oleh hormon prolaktin sebagai salah satu hormon gonadotropin yang dihasilkan oleh hipofisa anterior untuk merangsang kelenjar saluran reproduksi agar menghasilkan hormon seks yaitu estrogen, progesterone dan androgen. Hasil penelitian serupa dilaporkan oleh Sastrodihardjo (1996) yang menyatakan bahwa sifat mengeram dikontrol oleh hormon prolaktin. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa hormon prolaktin dalam plasma darah ayam Kampung yang sedang mengeram yang dimandikan setiap dua hari lebih rendah dibandingkan dengan yang tidak dimandikan yaitu masing-masing sebesar 2,66 dan 4,17 ng/ml. Hal ini berkaitan dengan periode berhenti bertelur. Pada ayam yang dimandikan berhenti bertelur selama 12,7 hari, sedangkan pada ayam yang tidak dimandikan adalah 41,2 hari. Berdasarkan hasil pengamatan tersebut tampak bahwa ayam yang berhenti bertelur lebih lama memiliki hormon prolaktin yang lebih tinggi.

Selanjutnya Hazelwood (1983) menyatakan bahwa hormon prolaktin terlibat dalam pembentukan telur, yaitu ketika proses pembuatan kerabang di dalam *shell gland* sehingga konsentrasi hormon prolaktin akan meningkat selama periode produksi telur. Namun, efek kerja hormon gonadotropin adalah *negative feedback mechanism* (Djojoseobago 1996). Hal ini berarti apabila kadar hormon prolaktin mencapai konsentrasi yang sangat tinggi dan melebihi dari yang diperlukan untuk proses pembuatan telur di dalam saluran reproduksi, maka akan menghambat sekresi hormon reproduksi yang lain seperti LH dan FSH. Konsentrasi prolaktin di dalam darah meningkat ketika masa produksi telur, karena hormon prolaktin diperlukan untuk pembentukan kerabang. Namun, pada level hormon prolaktin yang paling tinggi akan menghambat pengeluaran *gonadotropin releasing hormone* (GnRH) dari hipotalamus, sehingga akibatnya akan menurunkan pengeluaran *luteinizing hormone* (LH) dari hipofisa dan pada akhirnya akan menghentikan produksi telur (Tabibzadeh et al. 1995).

Rontok bulu pada itik-itik lokal juga terjadi pada kondisi berhentinya produksi telur. Hal ini terjadi karena konsentrasi tinggi hormon prolaktin ini akan menghambat hipofisa untuk mengurangi produksi hormon gonadotropin yaitu hormon FSH dan LH,

sehingga tidak ada telur yang diovulasikan. Selanjutnya, hormon prolaktin yang tinggi tersebut akan merangsang pertumbuhan bulu baru (Stevens 1996). Namun, pertumbuhan bulu terjadi di bawah kulit dan hanya terlihat apabila telah terjadi rontok bulu, sehingga sangat sulit untuk memperoleh informasi korelasi antara konsentrasi hormon prolaktin dengan pertumbuhan bulu. Pengamatan korelasi hanya dapat dilakukan setelah rontok bulu, dimana konsentrasi hormon prolaktin sudah menurun. Konsentrasi hormon prolaktin akan meningkat kembali pada saat produksi telur dimulai lagi. Hal ini telah dilaporkan Susanti et al. (2012b) yang menyatakan bahwa konsentrasi hormon prolaktin pada itik persilangan Peking dengan Alabio periode bertelur sangat nyata lebih tinggi dibandingkan dengan periode rontok bulu.

Berdasarkan fungsi ganda dari hormon prolaktin tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa hormon prolaktin sangat berperan dalam kejadian rontok bulu dan produksi telur. Hal ini memperkuat pendugaan bahwa gen prolaktin sebagai pengontrol sifat rontok bulu dan produksi telur. Namun, hingga saat ini belum diketahui konsentrasi tertinggi dari hormon prolaktin yang berperan dalam proses pembentukan telur sekaligus untuk merangsang pertumbuhan bulu baru. Hal ini perlu diketahui agar kadar hormon prolaktin yang terus meningkat dapat dicegah, sehingga rontok bulu dapat ditunda dan produksi telur dapat terus berlangsung minimal selama satu tahun.

ASOSIASI KERAGAMAN GEN PROLAKTIN DENGAN RONTOK BULU DAN PRODUKSI TELUR

Sekresi hormon prolaktin dikontrol oleh gen prolaktin. Gen prolaktin ayam telah dikloning dan direkombinasi untuk menghasilkan bahan aktif untuk imunisasi ayam (Watahiki et al. 1989). Sejak penemuan itu, banyak penelitian yang berfokus pada deteksi keragaman gen prolaktin, karena untuk mempelajari kandidat gen yang berhubungan dengan sifat tertentu, gen tersebut harus polimorfik (Halley & Visscher 2000).

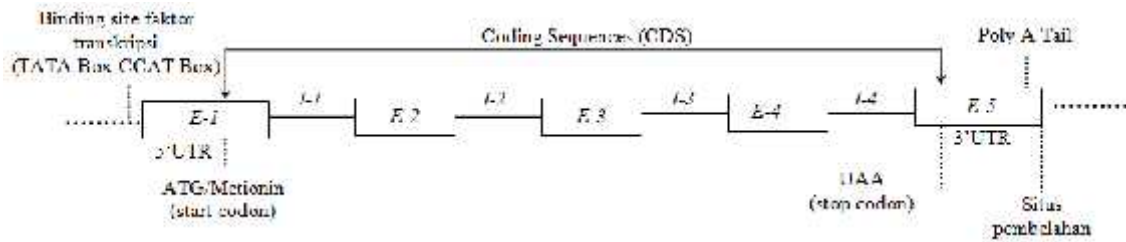
Penelitian mengenai gen prolaktin pada ayam, baik keragamannya maupun asosiasinya dengan sifat-sifat produksi dan reproduksi telah banyak dilakukan. Pada ternak ayam, informasi gen prolaktin banyak dihubungkan dengan sifat mengeram. Cui et al. (2006) memperoleh enam situs mutasi yaitu C2402T, C2161G, T2101G, C2062G, T2054A, G2040A dan 24-pb *indel* (*insertion deletion*) dari *direct sequencing* dan analisis asosiasinya menunjukkan bahwa 24-pb *indel* berhubungan dengan produksi telur dan sifat mengeram pada ayam. Jiang et al. (2005) melaporkan bahwa gen promotor prolaktin pada situs -403 sampai -203, semua ayam *White Leghorn* memiliki genotipe +/-, sedangkan

ayam lokal hampir semuanya memiliki genotipe -/-. Hal ini menunjukkan bahwa situs -403 sampai -203 pada gen promotor prolaktin dapat digunakan sebagai penanda ayam yang mengeram. Hasil pengamatan lain dilakukan oleh Liu et al. (2007) yang memperoleh tiga titik mutasi yaitu C1607T, C5749T and T5821C pada gen prolaktin ayam. Haplotipe ketiga titik mutasi tersebut berkorelasi dengan produksi telurnya.

Sartika et al. (2004) melaporkan bahwa berdasarkan primer gen promotor prolaktin terdapat tiga genotipe yaitu tipe W homozigot, W heterozigot, W *unidentified* dan satu alel tipe L homozigot, sedangkan pada ayam *White Leghorn* hanya terdapat satu pola pita alel yaitu tipe L homosigot. Lewin (1997) menyatakan bahwa tipe W adalah *wild/W type* yang merupakan genotipe alel normal dan tipe L adalah *layer/L type* merupakan alel mutan. Pola pita tipe L digunakan sebagai penciri dari ayam *White Leghorn* dengan karakter tidak mengeram dan mempunyai produksi telur tinggi. Ayam dengan pola pita tipe L ini yang diinginkan, karena tidak mengeram dan mempunyai produksi telur tinggi.

Berdasarkan mutasi gen promotor prolaktin pada ayam, hal yang sama diduga terjadi pada itik. Genotipe tipe L dari gen promotor prolaktin itik yang tidak mengalami rontok bulu diharapkan serupa dengan ayam *White Leghorn* yang tidak mengalami sifat mengeram. Sedangkan tipe W sebagai penciri ayam mengeram, diduga terjadi juga pada itik yang mengalami rontok bulu. Oleh sebab itu, seleksi diperlukan untuk memperoleh itik-itik yang tidak mengalami rontok bulu. Hal ini dimungkinkan, karena terdapat itik-itik yang tidak mengalami kejadian rontok bulu sampai umur 48 minggu (Susanti et al. 2012a). Selanjutnya, dilaporkan bahwa itik-itik yang tidak mengalami rontok bulu memiliki produksi telur yang sangat nyata lebih tinggi daripada itik yang mengalami rontok bulu yaitu 86,48 vs 62,18% pada itik AP (persilangan Alabio jantan dengan Peking betina) dan 73,17 vs 63,86% pada itik PA (persilangan Peking jantan dengan Alabio betina).

Hasil sekuen polimorfisme gen prolaktin ayam terjadi pada 5' *flanking region*, 3' *flanking region* dan *coding region* (Cui et al. 2006). Oleh karena itu, polimorfisme pada daerah promotor diduga sangat berpengaruh terhadap ekspresi mRNA, yang akhirnya berpengaruh terhadap tingkah laku mengeram dan produksi telur. Hal senada telah dilakukan Alipanah et al. (2011) yang menyatakan bahwa jika akan melakukan seleksi ayam Kampung berdasarkan produksi telurnya, maka dapat digunakan polimorfisme gen prolaktin untuk menurunkan sifat mengeram. Sedangkan Bhattacharya et al. (2011) menyatakan bahwa polimorfisme pada daerah *flanking 5'-UTR* dari gen prolaktin berhubungan sangat signifikan dengan



Gambar 3. Ilustrasi bagian-bagian gen prolaktin pada itik

Sumber: Kansaku et al. (2005) yang dimodifikasi

produksi telur dan kualitas telur ayam *White Leghorn* umur 52-64 minggu.

Kloning pada cDNA dan genom DNA prolaktin itik telah dilakukan oleh Kansaku et al. (2005). Sekuen gen prolaktin pada itik telah terdaftar di GenBank NCBI dengan kode akses nukleotida ABI58611. Selanjutnya dinyatakan bahwa panjang gen prolaktin pada itik adalah 6332 bp yang terdiri dari lima ekson dan empat intron seperti tercantum pada Gambar 3 (Kansaku et al. 2005).

Berdasarkan Gambar 3, tampak bahwa gen prolaktin itik dimulai dengan 5'flanking region pada situs 1 sampai 242. Ekson 1 terdapat pada situs 243-270, diikuti intron 1 pada situs 271-1773. Ekson 2 dimulai pada situs 1774-1955, selanjutnya intron 2 pada situs 1956-2358. Ekson 3 terdapat pada situs 2359-2466, kemudian intron 3 pada situs 2467-3752. Ekson 4 pada situs 3753-3932, dilanjutkan dengan intron 4 pada situs 3933-5843. Ekson 5 mulai pada situs 5844-6035 dan 3'flanking region pada situs 6036-6332. Mutasi yang terjadi pada situs-situs tersebut, baik daerah ekson maupun intron menyebabkan polimorfisme.

Gen prolaktin pada ayam telah ditemukan di lokasi kromosom dua, namun letaknya pada kromosom itik belum teridentifikasi. Saat ini, penelitian mengenai molekuler itik sudah mulai dilakukan di Cina yang diyakini sebagai pusat domestikasi itik. Salah satu gen yang diteliti adalah gen prolaktin dan hubungannya dengan sifat-sifat produksi dan reproduksinya. Li et al. (2009) melaporkan bahwa polimorfisme gen prolaktin itik pada intron satu berasosiasi dengan berat telur. Sedangkan Wang et al. (2011) menemukan polimorfisme yang terjadi akibat mutasi C5961T pada ekson 5 dari gen prolaktin itik lokal Cina berhubungan dengan produksi telur tahunan dan bobot telur. Analisis haplotipe menunjukkan bahwa masing-masing mutasi berkaitan dengan produksi telur dan sifat reproduksi (Chang et al. 2012). Hasil penelitian Irma et al. (2014) pada itik persilangan Peking dengan Mojosari putih menemukan insersi satu basa adenin pada situs 2001 daerah intron 2. Namun, insersi ini tidak menyebabkan perubahan asam amino dan sifat fenotipiknya, sehingga tidak dikategorikan sebagai penyebab mutasi.

Hasil-hasil penelitian tersebut, sebagian besar menggunakan itik Peking sebagai materi penelitiannya. Sedangkan itik Peking merupakan hasil seleksi yang dapat dikategorikan sebagai galur yang stabil. Ternak itik di Indonesia dengan keragaman fenotipik yang masih sangat tinggi, sehingga perlu dilakukan penelitian tersendiri mengenai informasi keragaman gen prolaktin dan asosiasinya dengan sifat-sifat produksi maupun reproduksi.

KESIMPULAN

Kejadian rontok bulu dan produksi telur dipengaruhi oleh hormon prolaktin, yang diduga dikontrol oleh gen prolaktin. Konsentrasi tinggi hormon prolaktin akan menghambat kerja hipofisa mengakibatkan produksi hormon gonadotropin yaitu *follicle stimulating hormone* (FSH) dan *luteinizing hormone* (LH) menurun sehingga tidak terjadi ovulasi. Hal ini mengakibatkan berhentinya produksi telur, dan pada saat yang bersamaan terjadi proses rontok bulu.

DAFTAR PUSTAKA

- Alipanah M, Shojaian K, Bandani HK. 2011. The polymorphism of prolactin gene in native chicken zabol region. *J Anim Vet Adv.* 10:619-621.
- Anderson KE, Havenstein GB. 2007. Effects of alternative molting programs and population on layer performance: Results of the thirty-fifth North Carolina layer performance and management test. *J Appl Poult Res.* 16:365-380.
- Anwar H, Safitri E. 2005. Anti-prolaktin sebagai penghambat proses molting. *Berkala Penelit Hayati.* 11:25-29.
- Berry WD. 2003. The physiology of induced molting. *Poult Sci.* 82:971-980.
- Beyer RS. 1998. Molting and other causes of the feather loss in small poultry flocks. Manhattan (US): Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service.
- Bhattacharya TK, Chatterjee RN, Sharma RP, Niranjana M, Rajkumar U, Reddy BLN. 2011. Polymorphism in the

- prolactin promoter and its association with growth traits in chickens. *Biochem Genet.* 49:385-94.
- Chang MT, Cheng YS, Huang MC. 2012. Association of prolactin haplotypes with reproductive traits in Tsaiya ducks. *Anim Reprod Sci.* 135:91-96.
- Cui JX, Du HL, Liang Y, Deng XM, Li N, Zhang XQ. 2006. Association of polymorphisms in the promoter region of chicken prolactin with egg production. *Poult Sci.* 85:26-31.
- Djojosoebagio S. 1996. Fisiologi kelenjar endokrin. Jakarta (Indonesia): UI Press.
- Duncan IJH. 2001. Animal welfare issues in the poultry industry: Is there a lesson to be learned? *J Appl Anim Welf Sci.* 4:207-221.
- Halley C, Visscher P. 2000. DNA marker and genetic testing in farm animal improvement: Current applications and future prospects. In: *Depth Rev Read Inst cell, Anim Popul Biol Univ Edinburgh.* Edinburgh (Scotland): University of Edinburgh.
- Hazelwood RL. 1983. Egg production in fowl. In: Riis PM, editor. *World animal sence a basic information. dynamic biochemistry of animal production.* Amsterdam (Netherlands): Elsevier. p. 389-428.
- Irma, Sumantri C, Susanti T. 2014. Mutasi basa tunggal gen prolaktin ekson dua pada itik Peking, Mojosari putih dan persilangan Peking Mojosari. *JITV.* 19:104-111.
- Jiang RS, Xu GY, Zhang XQ, Yang N. 2005. Association of polymorphisms for prolactin and prolactin receptor genes with broody traits in chickens. *Poult Sci.* 84:839-845.
- Kansaku N, Ohkubo T, Okabayashi H, Guémené D, Kuhnlein U, Zadworny D, Shimada K. 2005. Cloning of duck PRL cDNA and genomic DNA. *Gen Comp Endocrinol.* 141:39-47.
- Lewin B. 1997. Genes are mutable units. In: *Genes VI.* New York (US): Oxford University Press. p. 51-70.
- Li HF, Zhu WQ, Chen KW, Zhang TJ, Song WT. 2009. Association of polymorphisms in the intron 1 of duck prolactin with egg performance. *Turkish J Vet Anim Sci.* 33:193-197.
- Liu HG, Wang XH, Liu YF, Zhao XB, Li N, Wu CX. 2007. Analysis of the relationship between codon frequency of prolactin gene and laying performance in five chicken breeds. *Biochem Biophys.* 34:1101-1106.
- Park SY, Kim WK, Birkhold SG, Kubena LF, Nisbet DJ, Ricke SC. 2004. Induced moulting issues and alternative dietary strategies for the egg industry in the United States. *World's Poult Sci J.* 60:196-209.
- Sartika T, Duryadi D, Mansjoer SS, Saefuddin A, Martojo H. 2004. Gen promotor prolaktin sebagai penanda pembantu seleksi untuk mengontrol sifat mengeram pada ayam Kampung. *JITV.* 9:239-245.
- Sastrodihardjo S. 1996. Peranan hormon prolaktin ayam Kampung terhadap sifat lama istirahat produksi telur. *Laporan Penelitian.* Bogor (Indonesia): Balai Penelitian Ternak.
- Setioko AR. 2005. Rangsang paksa (*forced molting*): Upaya memproduktifkan kembali itik petelur. *Wartazoa.* 15:119-127.
- Stevens L. 1996. *Avian biochemistry and molecular biology.* Cambridge (UK): Cambridge University Press.
- Susanti T, Noor RR, Hardjosworo PS, Prasetyo LH. 2012a. Keterkaitan kejadian dan lamanya rontok bulu terhadap produksi telur itik hasil persilangan Peking dengan Alabio. *JITV.* 17:112-119.
- Susanti T, Noor RR, Hardjosworo PS, Prasetyo LH. 2012b. Relationship between prolactin hormone level, molting and duck egg production. *J Indonesian Trop Anim Agric.* 37:161-167.
- Tabibzadeh C, Rozenboim I, Silsby JL, Pitts GR, Foster DN, el Halawani M. 1995. Modulation of ovarian cytochrome P450 17 alpha-hydroxylase and cytochrome aromatase messenger ribonucleic acid by prolactin in the domestic turkey. *Biol Reprod.* 52:600-608.
- Wang C, Liang Z, Yu W, Feng Y, Peng X, Gong Y, Li S. 2011. Polymorphism of the prolactin gene and its association with egg production traits in native Chinese ducks. *South African J Anim Sci.* 41:63-69.
- Watahiki M, Tanaka M, Masuda N, Sugisaki K, Yamamoto M, Yamakawa M, Nagai J, Nakashima K. 1989. Primary structure of chicken pituitary prolactin deduced from the cDNA sequence. Conserved and specific amino acid residues in the domains of the prolactins. *J Biol Chem.* 264:5535-5539.
- Webster AB. 2000. Behavior of White Leghorn laying hens after withdrawal of feed. *Poult Sci.* 79:192-200.