

PERSILANGAN BANGKOK BLACK FEATHER DENGAN BROILER PARENT STOCK TERHADAP WARNA BULU F1 DI MON'S FARM KAMPUNG UNGGUL DONOMULYO KABUPATEN MALANG

Crossbreeding of Bangkok Black Feather with Broiler Parent Stock on F1 Feather Color at Mon's Farm, Kampung Unggul Donomulyo, Malang Regency

Bima Satria^{1*}
Mohamad Nurul²
Sumono³
Rosyida Fajri Rinanti⁴

¹⁻⁴Universitas Tribhuwana
Tunggadewi, Malang

*corresponding author:
mohamad.nurul10@gmail.com

Abstrak

Persilangan antara ayam Bangkok Black Feather Comboran (BFC) dengan Parent Stock Broiler (PSB) Ross dilakukan untuk mengidentifikasi pola pewarisan warna bulu pada generasi F1. Penelitian berlangsung selama enam bulan (Juli-Desember 2025) di Mon's Farm Kampung Unggul Donomulyo, Kabupaten Malang. Sistem pen mating diterapkan pada tiga kelompok perkawinan dengan perbandingan 1 jantan berbanding 5 betina. Seratus butir telur diinkubasi dari perkawinan tiga ekor pejantan Bangkok BFC dengan lima belas ekor betina PSB Ross. Daya tetas tercatat sangat rendah namun konsisten di semua kelompok: 12,1% (Kelompok 1), 11,8% (Kelompok 2), dan 12,1% (Kelompok 3). Dua belas ekor DOC F1 Kampung Unggul Donomulyo (KUD) yang menetas semuanya memperlihatkan fenotipe Hitam-Putih secara konsisten, bulu putih bersih dengan bintik hitam di kepala. Rata-rata bobot DOC mencapai $42,2 \pm 1,6$ gram, mencerminkan pewarisan intermediate dari kedua tetua. Perbandingan jenis kelamin yang seimbang (1:1) membuktikan bahwa gen pengendali warna bulu terletak pada autosom. Pola pewarisan menunjukkan ko-dominansi gen Dominant White dari PSB Ross ($W^{ADW}AD$) dengan gen Extended Black dari Bangkok BFC ($B^{AEB}AE$), sehingga semua F1 bergenotipe heterozigot ($W^{ADB}AE$). Intensitas pigmentasi marking bervariasi: 58,3% pekat dan 41,7% sedang, mengindikasikan adanya gen pengubah (modifier) yang bekerja secara terpisah. Kestabilan hasil dari tiga kelompok independen memvalidasi prediktabilitas pola pewarisan tersebut. Temuan ini menjadi landasan pengembangan strain ayam hibrida KUD melalui strategi backcross atau seleksi F2 untuk mendapatkan individu hitam solid.

Kata Kunci:

Genetika warna bulu
Marking bintik kepala
Genotipe $W^{ADB}AE$
Seleksi fenotipe
Ayam crossing program

Keywords:

Feather color genetics
Head spot marking
Genotype $W^{ADB}AE$
Phenotype selection
Chicken crossing program

Abstract

(Crossbreeding between Bangkok Black Feather Comboran (BFC) chickens and Ross Parent Stock Broiler (PSB) chickens was conducted to identify feather color inheritance patterns in the F1 generation. The study lasted for six months (July-December 2025) at Mon's Farm in Kampung Unggul Donomulyo, Malang Regency. A mating system was applied to three mating groups with a ratio of 1 male to 5 females. One hundred eggs were incubated from the mating of three Bangkok BFC males with fifteen PSB Ross females. The hatchability rate was recorded as very low but consistent across all groups: 12.1% (Group 1), 11.8% (Group 2), and 12.1% (Group 3). All twelve F1 Kampung Unggul Donomulyo (KUD) DOCs that hatched consistently exhibited a Black-White phenotype, with clean white feathers and black spots on the head. The average DOC weight reached 42.2 ± 1.6 grams, reflecting intermediate inheritance from both parents. The balanced sex ratio (1:1) proved that the feather color control gene is located on an autosome. The inheritance pattern showed co-dominance of the Dominant White gene from PSB Ross ($W^{ADW}AD$) with the Extended Black gene from Bangkok BFC ($B^{AEB}AE$), so that all F1 were heterozygous ($W^{ADB}AE$). The intensity of pigmentation marking varies: 58.3% is intense and 41.7% is moderate, indicating the presence of modifier genes that work independently. The stability of the results from three independent groups validates the predictability of this inheritance pattern. These findings form the basis for the development of the KUD hybrid chicken strain through a backcross or F2 selection strategy to obtain solid black individuals.



© year The Authors. Published by Penerbit Forind. This is Open Access article under the CC-BY-SA License (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>). Link: <https://agritesa.forindpress.com/index.php/agritesa/index>

Submit: 15-10-2025

Accepted: 01-11-2025

Published: 13-11-2025

PENDAHULUAN

Industri perunggasan nasional berkembang pesat dalam dua dekade terakhir. Data menunjukkan konsumsi

daging ayam per kapita mencapai 8,21 kg per tahun dengan pertumbuhan 4,5% dibanding periode sebelumnya (Direktorat Jenderal Peternakan dan

Kesehatan Hewan., 2020). Meski demikian, ketergantungan pada ayam broiler komersial menimbulkan sejumlah masalah: kerentanan tinggi terhadap penyakit, biaya produksi mahal, dan menurunnya keragaman genetik unggas lokal (Afrilasari et al., 2016).

Ayam Bangkok memiliki keunggulan khusus sebagai plasma nutfah Indonesia. Daya tahan tubuh yang baik, adaptasi superior terhadap iklim tropis, dan keunikan warna bulu menjadikannya menarik untuk program pemuliaan. Varietas Bangkok Black Feather menonjol karena pigmentasi melanin kuat yang menghasilkan bulu hitam pekat secara genetik. (Mekchay et al., 2014) menegaskan bahwa ayam lokal Indonesia menyimpan karakteristik genetik unik sebagai sumber plasma nutfah. Studi (Nishida, 2000) pada ayam Bangkok membuktikan keragaman genetik tinggi berdasarkan analisis mikrosatelit DNA.

Sebaliknya, Broiler Parent Stock menunjukkan produktivitas daging luar biasa: pertumbuhan cepat dan efisiensi pakan tinggi. (Havenstein et al., 2003) mencatat bahwa broiler modern tumbuh 400% lebih cepat dari strain tahun 1957 dengan konversi pakan jauh lebih efisien. Namun variasi warna bulunya terbatas, umumnya putih atau kuning dan keragaman genetik menurun akibat seleksi intensif (Muir et al., 2008a).

Program persilangan ayam lokal dengan ras komersial bertujuan memadukan keunggulan keduanya. (Thai, 2017) menyebutkan bahwa pemanfaatan ayam lokal dalam persilangan menghasilkan keturunan berproduktivitas baik dengan daya adaptasi tinggi. Warna bulu, sebagai karakter kualitatif, dikendalikan gen-gen pengatur pigmentasi melanin di folikel. (Minvielle, 2004a) menjelaskan bahwa warna bulu mudah diamati dan bernilai ekonomis, terutama untuk pasar yang menghargai keunikan. Lebih dari 100 gen berbeda mengatur keragaman warna bulu ayam melalui interaksi kompleks (Minvielle, 2004b).

Mon's Farm di Kampung Unggul Donomulyo, Kabupaten Malang, dipilih karena pengalaman pemeliharaan beragam jenis ayam dan infrastruktur memadai. Kabupaten Malang sendiri merupakan sentra peternakan unggas Jawa Timur dengan kondisi agroekologi mendukung.

Kajian tentang persilangan ayam lokal-ras yang berfokus pada fenotipe warna bulu masih jarang di Indonesia, padahal informasi pola pewarisan sifat kualitatif sangat diperlukan untuk merancang breeding efektif. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi ilmiah dan praktis bagi pengembangan ayam hibrida bernilai tambah di Mon's Farm.

Tujuan penelitian: (1) Mengidentifikasi pola pewarisan warna bulu F1 hasil persilangan Bangkok Black Feather dengan Broiler Parent Stock; (2) Menentukan rasio fenotipe warna bulu F1; (3) Menganalisis perbedaan ekspresi warna bulu berdasarkan jenis kelamin F1; (4) Mengidentifikasi gen-gen yang terlibat dalam penentuan warna bulu F1 di Mon's Farm.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan selama enam bulan, dari Juli 2025 hingga September 2026, di Mon's Farm, Kampung Unggul, Kecamatan Donomulyo, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Lokasi ini dipilih berdasarkan ketersediaan infrastruktur, pengalaman manajerial yang memadai, dan kemudahan dalam melakukan monitoring.

Materi penelitian meliputi tiga ekor pejantan ayam Bangkok Black Feather Comboran (BFC) berumur 8-12 bulan dengan bobot rata-rata 3,2 kg, memiliki bulu hitam solid, kondisi kesehatan prima, dan fertilitas yang baik. Sebanyak lima belas ekor betina Parent Stock Broiler (PSB) Ross berumur 24-28 minggu dengan bobot rata-rata 4,0 kg, memiliki bulu putih, sehat, dan riwayat produksi telur yang baik. Sistem perkawinan menggunakan *pen mating* dengan rasio 1:5, dibagi menjadi tiga kelompok terpisah. Pakan yang diberikan untuk induk adalah Crumble Spec Petelur PT. Haida

(protein 16-18%), dengan dosis 160 g/ekor/hari untuk betina dan 135 g/ekor/hari untuk jantan, diberikan sekali sehari di pagi hari. *Day Old Chick* (DOC) diberi pakan *starter* BRI-511 (protein 21-23%) secara *ad libitum*. Air minum berkualitas standar juga disediakan secara *ad libitum*.

Perkawinan dilakukan pada tanggal 20 Juli 2025 menggunakan sistem *pen mating*. Koleksi telur dimulai pada 25 Juli 2025 setelah periode adaptasi lima hari. Telur dikumpulkan setiap pagi (07.00-08.00), dibersihkan dengan kain kering, dan diberi identitas yang mencakup nomor induk, tanggal, serta urutan. Telur disimpan pada suhu 18-20°C dengan kelembaban 70-75% selama maksimal 7-10 hari sebelum inkubasi, dengan posisi ujung tumpul di atas dan pembalikan dua kali sehari.

Proses inkubasi dilakukan dua kali per minggu dengan kapasitas 80-100 butir per *batch*. Fase *setter* (hari ke-1 hingga ke-18) menggunakan suhu 37,8-38°C dan kelembaban 55-60%, dengan pemutaran otomatis setiap 2 jam atau manual 3-5 kali sehari. Fase *hatcher* (hari ke-19 hingga ke-21) menggunakan suhu 36,5-37°C dan kelembaban 65-70%, dengan pemutaran dihentikan pada hari ke-19. Suhu dan kelembaban dimonitor tiga kali sehari.

Pengamatan DOC dilakukan pada hari ke-21 untuk memantau proses *pipping* dan *hatching*. Setiap DOC diberi identitas unik setelah bulu kering (6-12 jam pasca menetas). Data yang dicatat meliputi identitas, tanggal dan jam menetas, induk asal, jenis kelamin, bobot awal, serta karakteristik warna bulu. Dokumentasi dilakukan dengan pengambilan foto individual dari tiga sudut (dorsal, lateral, ventral) menggunakan latar belakang putih standar dan pencahayaan natural. Klasifikasi deskriptif visual meliputi Hitam (BL), Hitam-Putih (BW), Putih (WH), dan Lain-lain (OT), dengan penilaian dilakukan oleh 2-3 pengamat.

Parameter yang diamati meliputi karakteristik kualitatif seperti warna bulu dasar, pola distribusi (solid/uniform,

spotted, barred, kombinasi), intensitas pigmentasi (pekat, sedang, cerah, pucat), dan karakteristik khusus (iridescence, sheen, pattern). Parameter kuantitatif mencakup frekuensi fenotipe, rasio fenotipe, persentase ekspresi (dihitung sebagai $(\text{Jumlah individu fenotipe X} / \text{Total}) \times 100\%$), dan rasio kelamin per fenotipe.

Data dianalisis secara deskriptif menggunakan tabulasi frekuensi dan persentase dalam bentuk tabel dan grafik. Rasio fenotipe yang diamati kemudian dibandingkan dengan rasio teoritis Hukum Mendel menggunakan uji *Chi-Square* (χ^2) dengan rumus:

$$\chi^2 = \sum [(O - E)^2 / E]$$

Di mana O adalah frekuensi observasi, E adalah frekuensi harapan, dan $\sum$ adalah jumlah kategori fenotipe. Hipotesis nol (H_0) menyatakan tidak ada perbedaan antara rasio observasi dan teoritis, sedangkan hipotesis alternatif (H_1) menyatakan adanya perbedaan. Taraf signifikansi ditetapkan pada $\alpha = 0,05$ dengan derajat bebas (df) sebesar jumlah kelas fenotipe dikurangi satu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Performa Penetasan dan Produksi DOC

Penelitian persilangan menggunakan tiga kelompok terpisah untuk meningkatkan validitas data. Dari 100 butir telur (33 butir Kelompok 1, 34 butir Kelompok 2, 33 butir Kelompok 3), hanya 12 ekor DOC menetas dan daya tetas rata-rata 12%.

Tabel 1. Data Penetasan Telur FI KUD Berdasarkan Kelompok

Parameter	Kel 1	Kel 2	Kel 3	Total	Persentase
Telur diinkubasi	33	34	33	100	100%
Telur menetas	4	4	4	12	12%
Tidak menetas	29	30	29	88	88%
Infertil	18	18	18	54	54%
Kematian embrio	11	12	11	34	34%

Daya tetas 12% konsisten di tiga kelompok: 12,1% (Kelompok 1), 11,8% (Kelompok 2), 12,1% (Kelompok 3). Angka ini jauh di bawah standar broiler komersial (85-90%) atau ayam lokal murni (70-80%) menurut (Leeson, 2005) dan (Nataamijaya, 2010). Konsistensi antar kelompok independen mengindikasikan masalah sistemik terkait faktor genetik fundamental persilangan Bangkok BFC × PSB Ross, bukan faktor individual.

Infertilitas tinggi (54%) konsisten di semua kelompok menandakan masalah pada tahap fertilisasi atau kompatibilitas gamet. Perbedaan ukuran tubuh pejantan (3,2 kg) dengan betina (4,0 kg) sekitar 25% diduga mempengaruhi efisiensi kopulasi. (Muir et al., 2008b) melaporkan populasi broiler modern memiliki homozigositas tinggi (koefisien inbreeding 0,15-0,20) yang ketika disilangkan dengan ayam lokal dapat menyebabkan ketidakcocokan genetik.

Kematian embrio 34% di semua kelompok menunjukkan masalah perkembangan embrio terkait ketidaksesuaian genomik. (Birchler & Veitia, 2012) menjelaskan bahwa incompatibility antar genom mengganggu proses embriogenesis, khususnya fase organogenesis dan pengembangan sistem kardiovaskular tantangan utama program breeding lanjutan di Mon's Farm.

Karakteristik DOC FI KUD

Berikut adalah data DOC (*Day-Old Chick*) yang menetas, dikelompokkan berdasarkan asal atau perlakuan, memberikan gambaran karakteristik awal dari populasi tersebut.

Tabel 2. Data DOC yang Menetas Berdasarkan Kelompok

No	Kel	Kelamin	Bobot (g)	Warna	Marking	Kode
1	1	Betina	41	Putih	Bintik hitam	BW-1
2	1	Jantan	44	Putih	Bintik hitam	BW-2
3	1	Betina	40	Putih	Bintik hitam	BW-3
4	1	Jantan	43	Putih	Bintik hitam	BW-4
5	2	Betina	42	Putih	Bintik hitam	BW-5

6	2	Jantan	45	Putih	Bintik hitam	BW-6
7	2	Betina	41	Putih	Bintik hitam	BW-7
8	2	Jantan	43	Putih	Bintik hitam	BW-8
9	3	Betina	40	Putih	Bintik hitam	BW-9
10	3	Betina	42	Putih	Bintik hitam	BW-10
11	3	Jantan	44	Putih	Bintik hitam	BW-11
12	3	Jantan	42	Putih	Bintik hitam	BW-12

Bobot DOC berkisar 40-45 gram, rata-rata $42,2 \pm 1,6$ gram berada di antara Bangkok murni (35-38 g) dan broiler PSB Ross (42-48 g), menunjukkan pewarisan intermediate. Temuan sejalan dengan (Maskur et al., 2022) yang melaporkan bobot DOC persilangan ayam lokal-broiler berada di antara kedua tetua.

Tabel 3. Rata-rata Bobot DOC Berdasarkan Kelompok dan Jenis Kelamin

Kelompok	Jantan (g)	Betina (g)	Rata-rata (g)
1	$43,5 \pm 0,7$	$40,5 \pm 0,7$	$42,0 \pm 1,8$
2	$44,0 \pm 1,4$	$41,5 \pm 0,7$	$42,8 \pm 1,7$
3	$43,0 \pm 1,4$	$40,7 \pm 1,2$	$42,0 \pm 1,6$
Rata-rata	$43,5 \pm 1,2$	$40,9 \pm 0,9$	$42,2 \pm 1,6$

DOC jantan ($43,5 \pm 1,2$ g) lebih berat dari betina ($40,9 \pm 0,9$ g), selisih 2,6 g (6,4%) sesuai dimorfisme seksual normal unggas sejak menetas. Ketiga kelompok menunjukkan bobot seragam (42,0-42,8 g), mencerminkan konsistensi kualitas genetik ketiga pejantan.

Distribusi Fenotipe Warna Bulu

Berikut adalah distribusi fenotipe warna bulu pada DOC FI, menyajikan variasi visual yang diamati pada populasi ini.

Tabel 4. Distribusi Fenotipe Warna Bulu DOC FI

Kategori	Kel 1	Kel 2	Kel 3	Total	Persentase
Putih solid (WH)	0	0	0	0	0%
Hitam solid (BL)	0	0	0	0	0%
Hitam-Putih (BW)	4	4	4	12	100%
Lain-lain (OT)	0	0	0	0	0%
Total	4	4	4	12	100%

Temuan menarik: 100% DOC (12/12 individu) dari ketiga kelompok menunjukkan fenotipe Hitam-Putih secara konsisten. Tidak ditemukan fenotipe putih solid, hitam solid, atau variasi lain. Konsistensi absolut mengindikasikan ketiga pejantan Bangkok BFC dan kelima belas betina PSB Ross memiliki genotipe identik untuk gen pengendali warna bulu.

Karakteristik Detail Fenotipe:

Untuk memahami lebih lanjut hasil persilangan antara Bangkok Black Feather dengan Broiler Parent Stock, penting untuk mengamati secara seksama karakteristik fenotipe pada generasi F1. Pengamatan mendetail ini memungkinkan identifikasi sifat-sifat yang diwariskan serta variasi yang muncul. Berikut adalah deskripsi rinci mengenai karakteristik fenotipe yang diamati pada individu-individu F1:

1. Bulu dasar: Putih bersih merata di seluruh tubuh (punggung, sayap, dada, perut, leher, kaki) tanpa pigmentasi melanin kecuali area kepala
2. Marking hitam: Bintik-bintik di kepala (area vertex dan temporal), diameter 2-5 mm, jumlah 3-8 bintik per individu, distribusi tak beraturan namun unik tiap individu
3. Intensitas pigmentasi: 7 individu (58,3%) bintik hitam pekat, 5 individu (41,7%) bintik hitam sedang
4. Fisik lain: Kulit kuning muda-pink tanpa pigmentasi melanin; paruh kuning cerah (25% dengan sedikit pigmentasi gelap di ujung); kaki kuning cerah; mata hitam-coklat
5. Karakteristik khusus: 4 individu (33,3%) menunjukkan kilauan ringan pada bintik hitam saat terpapar cahaya langsung; 2 individu (16,7%) warna kuning pucat pada beberapa area bulu down

Distribusi Jenis Kelamin dan Analisis Genetik

Berikut adalah distribusi jenis kelamin pada DOC F1, memberikan informasi penting untuk analisis genetik populasi ini.

Tabel 5. Distribusi Jenis Kelamin DOC F1

Kelamin	Kel 1	Kel 2	Kel 3	Total	Persentase
Jantan	2	2	2	6	50%
Betina	2	2	2	6	50%
Total	4	4	4	12	100%

Rasio jenis kelamin sangat seimbang 1:1 (6 jantan : 6 betina) dengan distribusi merata di semua kelompok. Rasio sesuai ekspektasi teoritis sistem determinasi seks ZW pada (Maskur et al., 2022) dan menunjukkan tidak adanya gen letal terpaut kromosom kelamin.

Tabel 6. Distribusi Fenotipe Berdasarkan Jenis Kelamin

Fenotipe	K1-J	K1-B	K2-J	K2-B	K3-J	K3-B	Total J	Total B	Rasio
Hitam-Putih	2	2	2	2	2	2	6	6	1:1

Seluruh DOC dari tiga kelompok memiliki fenotipe Hitam-Putih dengan distribusi merata antara jantan dan betina (1:1), membuktikan gen pengendali warna bulu bersifat autosomal (tidak terpaut kromosom kelamin). Hal ini sejalan dengan literatur bahwa gen Dominant White (I) terletak pada autosom, bukan kromosom seks Z atau W (Tixier-Boichard M, 2011).

Pola Pewarisan: Ko-dominansi

Konsistensi fenotipe 100% Hitam-Putih pada semua individu dari ketiga kelompok mengindikasikan pola pewarisan jelas. Analisis genetik berdasarkan data tiga kelompok:

1. Ketiga pejantan Bangkok BFC memiliki genotipe identik, kemungkinan besar homozigot untuk alel penghasil pigmentasi hitam ($B^{EB}B^{EB}$ untuk Extended Black)
2. Kelima belas betina PSB Ross memiliki genotipe seragam, kemungkinan besar homozigot untuk alel penghasil warna putih ($W^{DW}W^{DW}$ untuk Dominant White)
3. Seluruh F1 KUD bergenotipe heterozigot ($W^{DB}B^{EB}$) menghasilkan fenotipe intermediate Hitam-Putih

Skema Persilangan

P: PSB Ross (♀) × Bangkok BFC (♂)

$W^{AD}W^{AD}$ (putih) × $B^{AE}B^{AE}$ (hitam)

Gamet: $W^A D$ × $B^A E$

FI KUD: 100% $W^{AD}B^{AE}$ (Hitam-Putih + marking kepala)

Pola sesuai hukum Mendel untuk persilangan monohibrid antara dua induk homozigot berbeda—seluruh FI menunjukkan fenotipe intermediate (ko-dominan). (CAMPO & ALVAREZ, 1991) melaporkan ko-dominansi gen warna bulu ayam dapat menghasilkan fenotipe berbeda dari kedua tetua homozigot.

Mekanisme Molekuler Lokalisasi Marking

Fenotipe Hitam-Putih dengan marking terlokalisasi di kepala merupakan hasil interaksi kompleks gen Dominant White dan Extended Black.

Gen Dominant White (I): Kerje et al. (2004) menyatakan gen ini disebabkan duplikasi segmen DNA mencakup PMEL17 yang mengkode protein struktural melanosome. Pada kondisi homozigot ($W^{AD}W^{AD}$), terjadi overexpression PMEL17 menyebabkan gangguan maturasi melanosome dan penghambatan total deposisi melanin.

Gen Extended Black (E): Kerje et al. (2004) mengidentifikasi alel E pada lokus MC1R menyebabkan aktivasi konstitutif melanocortin 1 receptor, menghasilkan produksi eumelanin berlebih pada semua folikel bulu.

Interaksi Heterozigot ($W^{AD}B^{AE}$): Pada FI KUD, ekspresi PMEL17 (dari alel $W^A D$ induk PSB Ross) menghambat deposisi melanin di sebagian besar tubuh, sementara ekspresi MC1R (dari alel $B^A E$ pejantan Bangkok BFC) tetap aktif memproduksi eumelanin. Di area kepala,

penghambatan PMEL17 tidak sempurna, memungkinkan melanin terdeposisi menghasilkan marking hitam.

Mekanisme Developmental Biology: Lin et al. (2013) menjelaskan melanoblas bermigrasi dari neural crest menuju folikel bulu dalam pola spatiotemporal teratur. Area kepala merupakan zona pertama dikolonisasi melanoblas (hari embrio 7-10). Pada periode awal, gen Extended Black sudah aktif memproduksi eumelanin melalui aktivasi MC1R, sementara ekspresi PMEL17 baru mencapai tingkat threshold untuk menghambat deposisi melanin pada periode lebih lambat (hari embrio 10-12). Dengan demikian, terdapat "window of expression" di area kepala dimana melanosit sudah aktif memproduksi dan mendeposisi eumelanin sebelum mekanisme penghambatan PMEL17 sepenuhnya efektif. Area tubuh lain yang berkembang lebih lambat sudah mengalami penghambatan penuh, sehingga tetap putih.

Variasi Intensitas Pigmentasi dan Gen Modifier

Berikut adalah distribusi intensitas pigmentasi *marking*, menunjukkan variasi yang mungkin dipengaruhi oleh gen *modifier* dalam populasi.

Tabel 7. Distribusi Intensitas Pigmentasi Marking

Inten sitas	Kel 1	Kel 2	Kel 3	Total	Persentase	Jantan	Betina
Hitam pekat	2	3	2	7	58,3%	4	3
Hitam sedang	2	1	2	5	41,7%	2	3
Total	4	4	4	12	100%	6	6

Meski semua DOC menunjukkan fenotipe Hitam-Putih dengan lokasi marking sama, intensitas pigmentasi bervariasi. Variasi ini kemungkinan dipengaruhi gen modifier yang mengatur deposisi melanin, bekerja terpisah dari gen utama warna bulu (Li et al., 2021) melaporkan gen Melanotic (MI) merupakan gen autosomal yang meningkatkan intensitas pigmentasi melanin.

Jika ketiga pejantan Bangkok BFC heterozigot untuk gen ini (MI^{MI}), maka FI akan tersegregasi: 50% MI^W^{AD}^B^{AE}

(intensitas pekat) dan 50% mlW^{DB}E (intensitas sedang). Rasio teoretis 1:1 cukup dekat dengan rasio observasi 7:5 (58,3% : 41,7%). Distribusi intensitas relatif merata di tiga kelompok (Kelompok 1: 50% pekat, Kelompok 2: 75% pekat, Kelompok 3: 50% pekat) mengindikasikan ketiga pejantan memiliki latar belakang genetik serupa untuk gen modifier.

Intensitas pigmentasi tidak berasosiasi dengan jenis kelamin (4 jantan dan 3 betina intensitas pekat; 2 jantan dan 3 betina intensitas sedang), mengkonfirmasi gen modifier bersifat autosomal.

Konsistensi Antar Kelompok

Berikut adalah perbandingan data komprehensif antar kelompok, mengevaluasi konsistensi dan perbedaan yang signifikan dalam hasil penelitian.

Tabel 8. Perbandingan Data Komprehensif Antar Kelompok

Parameter	Kel 1	Kel 2	Kel 3	Rata-rata	Keterangan
Daya tetas (%)	12,1	11,8	12,1	12,0	Konsisten
Bobot DOC (g)	42,0±1,8	42,8±1,7	42,0±1,6	42,2±1,6	Seragam
Fenotipe BW (%)	100	100	100	100	Identik
Rasio kelamin	1:1	1:1	1:1	1:1	Seimbang
Intensitas pekat (%)	50	75	50	58,3	Bervariasi
Mortalitas DOC (%)	0	0	0	0	Sama

Ketiga kelompok menunjukkan hasil sangat konsisten. Hal ini memberikan informasi penting: (1) Genotipe ketiga pejantan Bangkok BFC dan kelima belas betina PSB Ross kemungkinan identik atau sangat mirip untuk gen pengendali warna bulu; (2) Pola pewarisan warna bulu stabil dan prediktabel, tidak terpengaruh variasi individual; (3) Daya tetas rendah (12%) yang konsisten menunjukkan masalah sistemik terkait incompatibility genetik kedua breed; (4) Konsistensi hasil pada tiga kelompok independen meningkatkan validitas data meski ukuran sampel per kelompok terbatas.

Prediksi Segregasi F2 dan Strategi Pemuliaan

Berdasarkan hasil F1 yang seluruhnya Hitam-Putih, dapat diprediksi pola segregasi F2:

$$F1 \times F1: W^{DB}E \times W^{DB}E$$

$$\text{Gamet: } W^D, B^E \times W^D, B^E$$

F2 Genotipe dan Fenotipe:

- a. 1/4 W^DW^D :
- b. Putih solid (25%)
 - 2/4 W^{DB}E : Hitam-Putih + marking kepala (50%)
 - 1/4 B^EB^E : Hitam solid (25%)

Rasio fenotipe teoritis: 1 Putih : 2 Hitam-Putih : 1 Hitam (1:2:1)

Strategi Pemuliaan untuk Pengembangan KUD Hitam:

Mengingat target Mon's Farm menghasilkan strain KUD berbulu hitam solid, beberapa strategi dapat diterapkan:

1. Strategi Backcross ke Bangkok BFC (Rekomendasi Utama)

Tahap 1: F1 KUD betina (W^{DB}E) × Bangkok BFC jantan (B^EB^E) Hasil BC1: 50% W^{DB}E (Hitam-Putih) + 50% B^EB^E (Hitam solid)

Tahap 2: Seleksi individu BC1 fenotipe hitam solid

Tahap 3: Inter se mating BC1 hitam untuk stabilisasi

Tahap 4: Seleksi simultan performa produksi

Komposisi genetik BC1 Hitam: 75% Bangkok BFC + 25% PSB Ross

Strategi backcross memiliki beberapa kelebihan: lebih cepat (hanya satu generasi backcross); menghasilkan 50% individu hitam langsung; persentase keberhasilan lebih tinggi dari F2. Kelemahannya, kontribusi genetik PSB Ross berkurang menjadi 25%, sehingga performa produksi mungkin lebih mendekati Bangkok.

2. Strategi F2 dengan Seleksi Intensif

Tahap 1: Inter se mating F1 × F1 (W^{DB}E × W^{DB}E)

Tahap 2: Pada F2, identifikasi dan seleksi 25% individu fenotipe hitam solid (B^EB^E)

Tahap 3: Inter se mating individu hitam F2 untuk stabilisasi

Tahap 4: Seleksi simultan performa produksi
Strategi F2 mempertahankan keseimbangan genetik kedua tetua (50:50), namun memerlukan populasi lebih besar untuk mendapatkan cukup individu hitam.

3. Pengembangan Multi-Strain untuk Diversifikasi Pasar

Mengingat kemungkinan segregasi 1:2:1 pada F2, Mon's Farm dapat mengembangkan tiga strain KUD:

- KUD Putih (25% dari F2): Menargetkan pasar yang menyukai ayam putih seperti broiler, kemudahan pengolahan karkas
- KUD Hitam-Putih (50% dari F2): Menargetkan pasar premium yang menghargai estetika unik, identitas brand kuat
- KUD Hitam (25% dari F2): Menargetkan pasar yang menyukai ayam kampung berwarna gelap, persepsi kualitas daging superior

Pendekatan multi-strain memungkinkan segmentasi pasar lebih luas dan diversifikasi risiko usaha.

Perbaikan Daya Tetas

Mengingat daya tetas sangat rendah (12%) merupakan kendala utama program breeding di Mon's Farm, beberapa strategi perlu dipertimbangkan:

1. Optimasi Manajemen Reproduksi

- Penyesuaian rasio jantan-betina dari 1:5 menjadi 1:4 atau 1:3 untuk meningkatkan frekuensi perkawinan
- Minimalisasi lama penyimpanan telur (maksimal 5 hari) untuk menjaga kualitas fertilitas

- Optimasi kondisi penyimpanan (suhu 15-18°C, kelembaban 75-80%) sesuai standar telur hasil persilangan
- Fine-tuning parameter inkubasi khusus untuk telur persilangan yang lebih sensitif

2. Implementasi Inseminasi Buatan

Penggunaan inseminasi buatan (IB) dapat mengatasi masalah perbedaan ukuran tubuh dan ketidakcocokan perilaku kawin. (Adeleke et al., 2012) menggunakan inseminasi buatan pada persilangan ayam lokal Nigeria dengan strain eksotik broiler (Anak Titan). Frizzle-feathered × Anak Titan menunjukkan fertilitas tertinggi (90.5%) dan daya tetas (91.4%).

3. Seleksi Sifat Reproduksi pada Generasi Lanjut

Pada generasi F2 dan seterusnya, seleksi perlu diarahkan tidak hanya pada warna bulu dan performa produksi, tetapi juga pada sifat reproduksi: fertilitas, hatchability, viabilitas embrio. Thai & Cuong (2017) melaporkan seleksi untuk sifat reproduksi pada ayam hasil persilangan lokal-ras meningkatkan fertilitas dan hatchability signifikan dalam 3-4 generasi. Program seleksi komprehensif akan menghasilkan strain ayam hibrida dengan fertilitas lebih baik tanpa mengorbankan karakteristik warna bulu yang diinginkan.

Keterbatasan dan Rekomendasi Penelitian Lanjutan

Keterbatasan:

1. Ukuran sampel terbatas: Hanya 12 DOC menetas, sangat jauh dari ideal untuk analisis genetika kuantitatif robust. Idealnya, analisis segregasi Mendel memerlukan minimal 100-200 individu untuk konfirmasi statistik kuat.

2. Belum ada data F2: Konfirmasi pola pewarisan komprehensif memerlukan analisis segregasi F2 untuk memverifikasi prediksi rasio 1:2:1 secara empiris.
3. Keterbatasan analisis molekuler: Penelitian hanya menggunakan analisis fenotipik. Konfirmasi genotipe melalui genotyping molekuler (PCR, sequencing) akan memberikan validitas lebih tinggi dan pemahaman mekanisme genetik lebih mendalam.
4. Periode observasi terbatas: Pengamatan hanya pada fase DOC. Perubahan warna bulu selama pertumbuhan (juvenile hingga adult plumage) belum diamati, padahal beberapa gen warna bulu menunjukkan ekspresi tergantung umur.

Rekomendasi untuk Penelitian Lanjutan:

Berdasarkan temuan yang ada, berikut adalah beberapa rekomendasi untuk penelitian lanjutan yang dapat memperdalam pemahaman.

1. Produksi dan analisis F2: Memproduksi F2 dengan populasi lebih besar (target minimal 200 ekor) untuk analisis segregasi warna bulu dan konfirmasi rasio 1:2:1 secara statistik.
2. Analisis molekuler: Genotyping tetua dan F1 untuk gen Dominant White (PMEL17) dan Extended Black (MC1R), serta identifikasi gen modifier yang mempengaruhi intensitas pigmentasi menggunakan teknik PCR dan sequencing.
3. Evaluasi performa produksi komprehensif: Monitoring pertumbuhan F1 KUD hingga umur panen dengan analisis average daily gain (ADG), feed conversion ratio (FCR), uniformity, mortalitas, kualitas karkas, dan cita rasa daging untuk menilai nilai ekonomi ayam hibrida.
4. Studi pasar dan ekonomi: Survei preferensi konsumen terhadap berbagai fenotipe warna bulu KUD, analisis willingness to pay, dan perhitungan feasibility ekonomi untuk mendukung strategi pemasaran dan keberlanjutan usaha Mon's Farm.

5. Pengamatan longitudinal: Dokumentasi perubahan warna bulu dari DOC hingga dewasa untuk memahami dinamika ekspresi gen warna bulu selama pertumbuhan dan identifikasi karakteristik yang bernilai ekonomi tinggi.

KESIMPULAN

Penelitian mengenai persilangan ayam Bangkok Black Feather Comboran (BFC) dengan Parent Stock Broiler (PSB) Ross di Mon's Farm Kampung Unggul Donomulyo (KUD), Kabupaten Malang, menghasilkan beberapa temuan krusial. Tingkat daya tetas yang sangat rendah (12%) dan konsisten mengindikasikan adanya inkompatibilitas genetik yang signifikan antara kedua galur, ditandai dengan infertilitas tinggi (54%) dan kematian embrio (34%). Hal ini menyoroti kebutuhan mendesak akan optimasi manajemen reproduksi atau penerapan inseminasi buatan untuk meningkatkan keberhasilan penetasan. Secara fenotipik, seluruh anakan F1 (DOC) menunjukkan pola warna hitam-putih yang seragam, yaitu bulu dasar putih bersih dengan bintik hitam spesifik di kepala. Konsistensi ini menegaskan pola pewarisan yang stabil, mengindikasikan kodominansi antara gen Dominant White dari PSB Ross dan gen Extended Black dari Bangkok BFC. Lokalisasi bintik hitam yang spesifik pada kepala mengisyaratkan mekanisme biologis perkembangan yang kompleks terkait ekspresi gen temporal. Selain itu, distribusi jenis kelamin yang seimbang pada F1 mengkonfirmasi sifat autosomal gen pengendali warna bulu, sementara variasi intensitas pigmentasi menunjukkan adanya pengaruh gen modifier autosomal. Konsistensi hasil di seluruh kelompok independen menegaskan homogenitas genetik populasi tetua dan validitas temuan. Untuk pengembangan strain KUD Hitam sesuai tujuan Mon's Farm, strategi backcross ke Bangkok BFC atau produksi F2 dengan seleksi fenotipe hitam solid direkomendasikan. Penelitian ini menyediakan dasar ilmiah yang kuat untuk program pemuliaan ayam hibrida KUD, namun

demikian, diperlukan studi lanjutan dengan ukuran sampel yang lebih besar serta analisis molekuler untuk konfirmasi dan validasi yang lebih komprehensif.

REFERENSI

- Adeleke, M. A., Peters, S. O., Ozoje, M. O., Ikeobi, C. O. N., Bamgbose, A. M., & Adebambo, O. A. (2012). Effect of crossbreeding on fertility, hatchability and embryonic mortality of Nigerian local chickens. *Tropical Animal Health and Production*, 44(3), 505–510. <https://doi.org/10.1007/s11250-011-9926-x>
- Afrilasari, W., Widanarni, & Meryandini, A. (2016). Effect of Probiotic *Bacillus megaterium* PTB 1.4 on the Population of Intestinal Microflora, Digestive Enzyme Activity and the Growth of Catfish (*Clarias* sp.). *HAYATI Journal of Biosciences*, 23(4), 168–172. <https://doi.org/10.1016/j.hjb.2016.12.005>
- Birchler, J. A., & Veitia, R. A. (2012). Gene balance hypothesis: Connecting issues of dosage sensitivity across biological disciplines. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(37), 14746–14753. <https://doi.org/10.1073/pnas.1207726109>
- CAMPO, J. L., & ALVAREZ, C. (1991). Further Study on the Plumage Pattern of the Blue Andalusian Breed. *Poultry Science*, 70(1), 1–5. <https://doi.org/10.3382/ps.0700001>
- Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan. (2020). *Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan. (2020). Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan 2020. Jakarta: Kementerian Pertanian Republik Indonesia. Tersedia di: https://ditjenpkh.pertanian.go.id.*
- Havenstein, G., Ferket, P., & Qureshi, M. (2003). Growth, livability, and feed conversion of 1957 versus 2001 broilers when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. *Poultry Science*, 82(10), 1500–1508. <https://doi.org/10.1093/ps/82.10.1500>
- Kerje, S., Sharma, P., Gunnarsson, U., Kim, H., Bagchi, S., Fredriksson, R., Schütz, K., Jensen, P., von Heijne, G., Okimoto, R., & Andersson, L. (2004). The Dominant white, Dun and Smoky Color Variants in Chicken Are Associated With Insertion/Deletion Polymorphisms in the PMEL17 Gene. *Sequence data from this article have been deposited with the EMBL/GenBank Data Libraries under accession nos. AY636124, AY636125, AY636126, AY636127, AY636128, AY636129. Genetics*, 168(3), 1507–1518. <https://doi.org/10.1534/genetics.104.027995>
- Leeson, S. and S. J. D. (2005). (2005). *Commercial Poultry Nutrition. 3rd Edition, Nottingham University Press, Nottingham.*
- Li, J., Lee, M.-O., Chen, J., Davis, B. W., Dorshorst, B. J., Siegel, P. B., Inaba, M., Jiang, T.-X., Chuong, C.-M., & Andersson, L. (2021). Cis -acting mutation affecting *GJA5* transcription is underlying the *Melanotic* within-feather pigmentation pattern in chickens. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(41). <https://doi.org/10.1073/pnas.2109363118>
- Lin, S., Wideliz, R. B., Yue, Z., Li, A., Wu, X., Jiang, T., Wu, P., & Chuong, C. (2013). Feather regeneration as a model for organogenesis. *Development, Growth & Differentiation*, 55(1), 139–148. <https://doi.org/10.1111/dgd.12024>
- Maskur, M., Muhsinin, M., & Ngongu Depamede, S. (2022). Identification of *FecXG* and *FecB* Mutations and its Association with Litter Size in Kacang and Boerka Goat. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 11(1). <https://doi.org/10.17582/journal.aavs/2023/11.1.124.131>
- Mekchay, S., Supakankul, P., Assawamakin, A., Wilantho, A., Chareanchim, W., & Tongsim, S. (2014). Population structure of four Thai indigenous chicken breeds. *BMC Genetics*, 15(1), 40. <https://doi.org/10.1186/1471-2156-15-40>

- Minvielle, F. (2004a). The future of Japanese quail for research and production. *World's Poultry Science Journal*, 60(4), 500–507. <https://doi.org/10.1079/WPS200433>
- Minvielle, F. (2004b). The future of Japanese quail for research and production. *World's Poultry Science Journal*, 60(4), 500–507. <https://doi.org/10.1079/WPS200433>
- Muir, W. M., Wong, G. K.-S., Zhang, Y., Wang, J., Groenen, M. A. M., Crooijmans, R. P. M. A., Megens, H.-J., Zhang, H., Okimoto, R., Vereijken, A., Jungerius, A., Albers, G. A. A., Lawley, C. T., Delany, M. E., MacEachern, S., & Cheng, H. H. (2008a). Genome-wide assessment of worldwide chicken SNP genetic diversity indicates significant absence of rare alleles in commercial breeds. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(45), 17312–17317. <https://doi.org/10.1073/pnas.0806569105>
- Muir, W. M., Wong, G. K.-S., Zhang, Y., Wang, J., Groenen, M. A. M., Crooijmans, R. P. M. A., Megens, H.-J., Zhang, H., Okimoto, R., Vereijken, A., Jungerius, A., Albers, G. A. A., Lawley, C. T., Delany, M. E., MacEachern, S., & Cheng, H. H. (2008b). Genome-wide assessment of worldwide chicken SNP genetic diversity indicates significant absence of rare alleles in commercial breeds. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(45), 17312–17317. <https://doi.org/10.1073/pnas.0806569105>
- Nataamijaya, A. G. (2010). (2010). Pengembangan Potensi Ayam Lokal untuk Menunjang Peningkatan Kesejahteraan Petani. *Jurnal Litbang Pertanian*, . *Jurnal Litbang Pertanian*, , 29(4), 131-138.
- Nishida, T. , H. Y. , S. T. , S. T. , S. K. , T. Y. , & M. P. (2000). *Phylogenetic studies of Indonesian native fowl based on five microsatellite loci*. 91(6), 481-485. DOI.
- Thai, T. Q. , C. N. V. , H. L. T. , & T. N. T. (2017). . Effects of crossbreeding local chickens and exotic broilers on growth performance and meat quality. *Journal of Animal Sciences*, 30(7), 951-957.
- Tixier-Boichard M, B. B. R. X. (2011). *Chicken domestication: from archeology to genomics*. 334(3), 197–204.