

KAJIAN NUTRIGENOMIK GEN CAPN11 DAN FABP4 PADA AYAM IPB D1 YANG DIBERI PAKAN MENGANDUNG MINYAK IKAN LEMURU DENGAN SUPLEMENTASI MINERAL ZINK DAN KROMIUM

AHMAD SALEH HARAHAHAP



ILMU PRODUKSI DAN TEKNOLOGI PETERNAKAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi dengan judul “Kajian nutrigenomik gen CAPN11 dan FABP4 pada Ayam IPB D1 yang diberi Pakan Mengandung Minyak Ikan Lemuru dengan Suplementasi Mineral Zink dan Kromium” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir disertasi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2026

Ahmad Saleh Harahap
D1601211004



RINGKASAN

AHMAD SALEH HARAHAHAP. Kajian nutrigenomik gen CAPN11 dan FABP4 pada Ayam IPB D1 yang diberi Pakan Mengandung Minyak Ikan Lemuru dengan Suplementasi Mineral Zink dan Kromium. Dibimbing oleh CECE SUMANTRI, ASEP GUNAWAN, SUMIATI dan ISYANA KHAERUNNISA.

Ayam IPB D1 merupakan ayam lokal komposit Indonesia yang dikembangkan sebagai ayam pedaging unggul dengan produktivitas yang lebih baik serta memiliki kemampuan adaptasi terhadap lingkungan tropis. Pengembangan ayam IPB D1 tidak hanya diarahkan pada peningkatan performa produksi, tetapi juga pada peningkatan kualitas nutrisi daging sebagai pangan fungsional. Performa dan kualitas daging dipengaruhi oleh interaksi antara faktor genetik dan lingkungan, terutama nutrisi. Perkembangan ilmu nutrigenomik memungkinkan pengkajian hubungan antara keragaman genetik dengan respons terhadap pemberian nutrisi tertentu, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai dasar dalam pengembangan nutrisi presisi dan *marker-assisted selection* (MAS) pada ayam IPB D1. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji respons nutrigenomik gen CAPN11 dan FABP4 pada ayam IPB D1 yang diberi pakan mengandung minyak ikan lemuru dengan suplementasi mineral zink dan kromium, untuk menghasilkan daging yang kaya omega-3 sebagai pangan fungsional.

Penelitian dilaksanakan menggunakan pendekatan nutrigenomik melalui empat tahapan utama, yaitu identifikasi keragaman gen CAPN11, analisis pengaruh interaksi genotipe CAPN11 dengan perlakuan pakan terhadap sifat pertumbuhan dan bobot karkas, identifikasi keragaman gen FABP4, serta analisis pengaruh interaksi genotipe FABP4 dengan perlakuan pakan terhadap kandungan mineral dan komposisi asam lemak daging. Keragaman genetik dianalisis berdasarkan frekuensi genotipe, frekuensi alel, heterozigositas, dan keseimbangan Hardy–Weinberg, sedangkan analisis asosiasi dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap faktorial dengan pengujian interaksi antara genotipe dan perlakuan pakan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa gen CAPN11 memiliki keragaman genetik yang tinggi pada ayam IPB D1. Sebanyak tujuh SNP berhasil diidentifikasi pada daerah 3'-UTR, yaitu g.30010797G>A, g.30010795A>T, g.30010778C>G, g.30010767G>T, g.30010658C>G, g.30010652C>A, dan g.30010629C>A. Sebagian besar lokus berada dalam keseimbangan Hardy–Weinberg dengan nilai heterozigositas yang relatif tinggi, menunjukkan bahwa populasi ayam IPB D1 masih memiliki keragaman genetik yang baik dan berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber kandidat marka molekuler. Secara biologis, CAPN11 mengkode enzim μ -kalpain yang berperan dalam proteolisis protein miofibril, perkembangan jaringan otot, dan proses pascamortem, sehingga keragaman genetiknya berkontribusi terhadap perbedaan bobot badan, pertambahan bobot badan, efisiensi penggunaan pakan, bobot karkas, bobot dada, dan bobot paha.

Gen FABP4 juga menunjukkan keragaman genetik yang dapat dimanfaatkan sebagai kandidat marka molekuler. Gen ini berfungsi mengikat, mengangkut, dan mengatur deposisi asam lemak di dalam sel sehingga berperan penting dalam metabolisme lipid. Keragaman genetik FABP4 memengaruhi kandungan mineral serta komposisi asam lemak daging, termasuk SFA, MUFA, PUFA, omega-3,



omega-6, dan rasio PUFA/SFA, sehingga berkontribusi terhadap pembentukan kualitas nutrisi daging ayam IPB D1.

Pemberian pakan berbasis minyak ikan lemuru yang disuplementasi Zn dan Cr menciptakan lingkungan nutrisi yang mendukung regulasi ekspresi gen dan metabolisme jaringan. Minyak ikan lemuru menyediakan EPA, DHA, dan ALA sebagai sumber asam lemak omega-3, sedangkan Zn berperan sebagai kofaktor berbagai enzim yang mengatur sintesis protein dan ekspresi gen, serta Cr meningkatkan efisiensi metabolisme glukosa, protein, dan lemak. Interaksi antara faktor nutrisi dan keragaman genetik menunjukkan bahwa CAPN11 berperan dominan dalam metabolisme protein dan pembentukan jaringan otot yang memengaruhi pertumbuhan serta bobot karkas, sedangkan FABP4 mengendalikan metabolisme lipid yang menentukan kandungan mineral dan profil asam lemak daging. Sinergi kedua jalur tersebut menghasilkan fenotipe ayam IPB D1 dengan pertumbuhan optimal, bobot karkas yang baik, kandungan mineral seimbang, dan komposisi asam lemak yang lebih sehat.

Penelitian ini menghasilkan beberapa kebaruan, yaitu berhasil mengidentifikasi polimorfisme gen CAPN11 dan FABP4 pada ayam IPB D1 sebagai kandidat marka molekuler, membuktikan adanya interaksi antara genotipe dan perlakuan pakan terhadap sifat produksi dan kualitas nutrisi daging, serta mengembangkan formulasi pakan berbasis minyak ikan lemuru yang disuplementasi Zn dan Cr sebagai pendekatan nutrigenomik untuk menghasilkan daging ayam yang lebih sehat.

Secara keseluruhan, penelitian ini memperkuat konsep bahwa peningkatan mutu ayam IPB D1 tidak cukup dilakukan melalui seleksi genetik ataupun perbaikan formulasi pakan secara terpisah, tetapi memerlukan integrasi keduanya melalui pendekatan nutrigenomik. Informasi mengenai keragaman genetik CAPN11 dan FABP4 beserta interaksinya dengan nutrisi memberikan dasar ilmiah bagi penerapan *marker-assisted selection* (MAS) dan *precision nutrition* dalam program pemuliaan ayam IPB D1 untuk menghasilkan ayam lokal unggul dengan performa produksi yang tinggi, bobot karkas yang baik, kandungan mineral seimbang, serta profil asam lemak yang lebih sehat sebagai pangan fungsional.

Kata kunci: Nutrigenomik, Ayam IPB D1, gen CAPN11, gen FABP4, kandungan asam lemak.



SUMMARY

AHMAD SALEH HARAHAHAP. Nutrigenomic study of the CAPN11 and FABP4 genes in IPB D1 chickens fed diets containing Lemuru fish oil with zinc and chromium supplementation. Supervised by CECE SUMANTRI, ASEP GUNAWAN, SUMIATI and ISYANA KHAERUNNISA.

IPB D1 chicken is an Indonesian local composite chicken developed as a superior broiler with improved productivity and the ability to adapt to tropical environments. The development of IPB D1 chicken is aimed not only at enhancing production performance but also at improving the nutritional quality of the meat as a functional food. Performance and meat quality are influenced by the interaction between genetic and environmental factors, especially nutrition. Advances in nutrigenomics make it possible to study the relationship between genetic variation and responses to certain nutrient intakes, which can be utilized as a basis for the development of precision nutrition and marker-assisted selection in IPB D1 chicken. This study aimed to examine the nutrigenomic responses of CAPN11 and FABP4 in IPB D1 chickens fed diets containing lemuru fish oil supplemented with zinc and chromium to produce omega-3-rich meat as a functional food.

The research was conducted using a nutrigenomic approach through four main stages, namely identification of CAPN11 gene variation, analysis of the effects of interactions between CAPN11 genotype and feed treatment on growth traits, carcass weight, and commercial carcass cuts, identification of FABP4 gene variation, as well as analysis of the effects of interactions between FABP4 genotype and feed treatment on meat mineral content and fatty acid composition. Genetic variation was analyzed based on genotype frequency, allele frequency, heterozygosity, and Hardy–Weinberg equilibrium, while association analysis was carried out using a factorial completely randomized design with tests for interactions between genotype and feed treatment.

Research results show that the CAPN11 gene exhibits high genetic variation in IPB D1 chickens. A total of seven SNPs were successfully identified in the 3'-UTR region, namely g.30010797G>A, g.30010795A>T, g.30010778C>G, g.30010767G>T, g.30010658C>G, g.30010652C>A, and g.30010629C>A. Most loci are in Hardy–Weinberg equilibrium with relatively high heterozygosity values, indicating that the IPB D1 chicken population still possesses good genetic variation and has the potential to be utilized as a source of candidate molecular markers. Biologically, CAPN11 encodes the μ -kalpain enzyme, which plays a role in myofibrillar protein proteolysis, muscle tissue development, and postmortem processes; thus, its genetic variation contributes to differences in body weight, body weight gain, carcass weight, and breast weight.

The FABP4 gene also exhibits genetic variation that can be utilized as a candidate molecular marker. This gene functions to bind, transport, and regulate the deposition of fatty acids within cells, thereby playing an important role in lipid metabolism. Genetic variation in FABP4 affects the mineral content as well as the fatty acid composition of meat, including SFA, MUFA, PUFA, omega-3, omega-6, and the n-6/n-3 ratio, thus contributing to the development of functional meat in IPB D1 chickens..

The administration of lemuru fish oil-based feed supplemented with Zn and Cr creates a nutritional environment that supports the regulation of gene expression and tissue metabolism. Lemuru fish oil provides EPA, DHA, and ALA as sources of omega-3 fatty acids, while Zn functions as a cofactor for various enzymes that regulate protein synthesis and gene expression, and Cr increases the efficiency of glucose, protein, and fat metabolism. The interaction between nutritional factors and genetic variation demonstrates that CAPN11 plays a dominant role in protein metabolism and muscle tissue formation, influencing growth and carcass quality, while FABP4 controls lipid metabolism, determining the mineral content and fatty acid profile of meat. The synergy of these two pathways produces IPB D1 chickens with optimal growth, favorable carcass characteristics, balanced mineral content, and a healthier fatty acid composition.

This study generated several novel findings, namely the successful identification of CAPN11 and FABP4 gene polymorphisms in IPB D1 chickens as candidate molecular markers, demonstration of genotype and feed treatment interactions affecting production traits and meat nutritional quality, and development of a lemuru fish oil-based feed formulation supplemented with Zn and Cr as a nutrigenomic approach to produce healthier chicken meat.

Overall, this study reinforces the concept that improving the quality of IPB D1 chickens cannot be achieved solely through genetic selection or feed formulation improvements in isolation, but requires integration of both through a nutrigenomic approach. Information on genetic variation in CAPN11 and FABP4 and their interactions with nutrition provides a scientific basis for the application of marker-assisted selection (MAS) and precision nutrition in IPB D1 chicken breeding programs to produce superior local chickens with high production performance, good carcass quality, balanced mineral content, and a healthier fatty acid profile as functional food

Keywords: Nutrigenomics, IPB D1 chicken, CAPN11 gene, FABP4 gene, fatty acid composition.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



KAJIAN NUTRIGENOMIK GEN CAPN11 DAN FABP4 PADA AYAM IPB D1 YANG DIBERI PAKAN MENGANDUNG MINYAK IKAN LEMURU DENGAN SUPLEMENTASI MINERAL ZINK DAN KROMIUM

AHMAD SALEH HARAHAHAP

Disertasi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Doktor pada
Program Studi Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan

**ILMU PRODUKSI DAN TEKNOLOGI PETERNAKAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tertutup Disertasi:

- 1 Prof. Dr. Ir Niken Ulupi,MS
- 2 Dr. Ir. Sri Darwati, MSi

Promotor Luar Komisi Pembimbing pada Sidang Promosi Terbuka Disertasi:

- 1 Prof. Dr. Ir Niken Ulupi,MS
- 2 Dr. Ahmad Furqon, SPt

Judul Disertasi : Kajian Nutrigenomik gen CAPN11 dan FABP4 pada Ayam IPB D1 yang diberi Pakan Mengandung Minyak Ikan Lemuru dengan Suplementasi Mineral Zink dan Kromium

Nama : Ahmad Saleh Harahap
NIM : D1601211004

Disetujui oleh

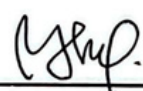
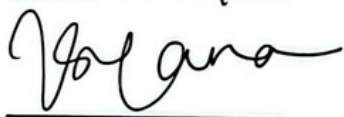
Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Cece Sumantri, M.Sc

Pembimbing 2:
Prof. Dr. agr. Asep Gunawan, S.Pt, M.Sc

Pembimbing 3:
Prof. Dr Ir Sumiati M.Sc

Pembimbing :
Dr. Isyana Khaerunnisa, S.Pt



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Ir. Cece Sumantri, M.Sc
NIP 195912121986031004

Dekan Fakultas Peternakan:
Prof. Dr. Ir. Idat Galih Permana
NIP 196705061991031001





Tanggal Ujian Tertutup : 21 Juli 2026
Tanggal Ujian Terbuka : 03 Agustus 2026

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Maret 2024 sampai bulan Maret 2025 yakni “Kajian Nutrigenomik gen CAPN11 dan FABP4 pada Ayam IPB D1 yang diberi Pakan Mengandung Minyak Ikan Lemuru dengan Suplementasi Mineral Zink dan Kromium”. Karya ini disusun setelah penulis menyelesaikan rangkaian penelitian sebagai syarat memperoleh gelar Doktor pada Program Studi Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Prof. Dr. Ir. Cece Sumantri, M.Sc sebagai ketua komisi pembimbing atas ilmu, nasihat, dukungan, perhatian, saran dan motivasi yang diberikan kepada penulis. Terimakasih juga kepada Prof. Dr. agr. Asep Gunawan, S.Pt., M.Sc., Prof. Dr. Ir. Sumiati, M.Sc., Dr. Isyana Khaerunnisa, S.Pt., selaku anggota komisi pembimbing yang telah membimbing dan banyak memberi saran.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Dekan Fakultas Peternakan IPB Dr. Ir. Idat Galih Permana, M.Sc.Agr., Wakil Dekan Bidang Akademik dan Kemahasiswaan Fakultas Peternakan IPB, Prof. Dr. Irma Isnafia Arief, S.Pt., M.Si., Ketua Prodi Pasca Sarjana Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan Prof. Dr. Ir. Cece Sumantri, M.Sc yang telah memberikan banyak bantuan, arahan dan pelayanan akademik selama masa studi penulis. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada moderator seminar, Prof. Dr. Ir. Noor Farikhah Haneda M.Si dan penguji luar komisi pembimbing Prof. Dr. Ir. Niken Ulupi, MS dan Dr. Ir. Sri Darwati, MSi.

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Rektor, Dekan Fakultas Pertanian dan Ketua Jurusan Peternakan Universitas Bengkulu yang telah memberi izin dan dukungannya selama studi.

Terima kasih juga kepada staf Laboratorium Genetika Molekuler Ternak, Shelvi S.Si dan staf prodi pascasarjana IPTP Okta Siswani, S.Pd. Ucapan terimakasih kepada rekan-rekan yang menjadi teman berjuang dan diskusi selama studi: Dr. Komarudin, SPt, MSc, Dr. Wahyuni, SPt MSi, Dr. Muhammad Fathul Amin, S.Pt, M.Pt, Dr. Daryatmo, S.Pt, Dr. Panca Andes Hendrawan, SPt, MPt, Ir. Neko Rifiandi, S.Pt, M.Si., IPM, Shelvi, Pejuang Doktor Fapet, Awardee BPI dan keluarga besar ABGSCi atas bantuan, motivasi yang diberikan yang telah membantu selama pengumpulan data.

Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah Drs. Abdul Hakim Harahap, ibu Akhrini, serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya kepada penulis dalam menyelesaikan pendidikan doktoral ini.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2026

Ahmad Saleh Harahap

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	5
1.4 Manfaat	5
1.5 Ruang Lingkup	5
1.6 Kebaruan (<i>novelty</i>)	5
II IDENTIFIKASI DAN ANALISIS KERAGAMAN GEN CAPN11 PADA AYAM IPB D1	7
2.1 Abstrak	7
2.2 Pendahuluan	7
2.3 Materi dan Metode	8
2.4 Hasil dan Pembahasan	11
2.5 Simpulan	15
III PENGARUH GEN CAPN11 DAN PERLAKUAN PAKAN TERHADAP SIFAT PERTUMBUHAN, BOBOT KARKAS DAN POTONGAN KOMERSIAL PADA AYAM IPB D1	16
3.1 Abstrak	16
3.2 Pendahuluan	16
3.3 Materi Metode	17
3.4 Hasil dan Pembahasan	20
3.5 Simpulan	30
IV IDENTIFIKASI DAN ANALISIS KERAGAMAN GEN FABP4 PADA AYAM IPB D1	30
4.1 Abstrak	31
4.2 Pendahuluan	31
4.3 Materi dan Metode	32
4.4 Hasil dan Pembahasan	32
4.5 Simpulan	37
V PENGARUH GENOTIPE SNP g.121038074A>G GEN FABP4 DAN PERLAKUAN PAKAN TERHADAP KANDUNGAN MINERAL DAN ASAM LEMAK DAGING AYAM IPB D1	38
5.1 Abstrak	38
5.2 Pendahuluan	38
5.3 Materi dan Metode	40
5.4 Hasil dan Pembahasan	41
5.5 Simpulan	48
VI PEMBAHASAN UMUM	49



VII SIMPULAN UMUM DAN SARAN	52
7.1 Simpulan	52
7.2 Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN	58
RIWAYAT HIDUP	63

Hak cipta milik IPB University

DAFTAR TABEL

2.1	SNPs gen CAPN11 pada ayam IPB D 1	12
2.2	Frekuensi genotipe dan alel gen CAPN11 pada ayam IPB D1	13
2.3	Heterozigositas pengamatan dan heterozigositas harapan gen CAPN11	14
3.1	Komposisi bahan dan kandungan nutrisi pakan penelitian periode <i>Grower</i> (Umur 5 - 8 minggu)	18
3.2	Komposisi bahan dan kandungan nutrisi pakan penelitian periode <i>Finisher</i> (9 - 12 minggu)	19
3.3	Rataan bobot badan ayam IPB D1 yang diberi perlakuan pakan yang berbeda	21
3.4	Bobot badan ayam IPB D1 jantan berdasarkan SNP gen CAPN11	22
3.5	Bobot badan ayam IPB D1 jantan berdasarkan SNP gen CAPN11	23
3.6	Interaksi genotipe gen CAPN11 dengan perlakuan pakan terhadap karkas dan potongan komersial pada ayam IPB D1	29
4.1	Interaksi genotipe gen CAPN11 dengan perlakuan pakan terhadap karkas dan potongan komersial pada ayam IPB D1	34
4.2	Frekuensi genotipe dan alel gen FABP4 pada ayam IPB D1	35
4.3	Nilai heterozigositas and HWE gen FABP4 pada ayam IPB D1	37
5.1	Pengaruh SNP g.121038074A>G gen FABP4 dan perlakuan terhadap komposisi asam lemak jenuh pada daging paha ayam IPB D1	44
5.2	Pengaruh SNP g.121038074A>G pada gen FABP4 dan perlakuan terhadap komposisi asam lemak tak jenuh daging paha ayam IPB D1	45
5.3	Pengaruh SNP g.121038074A>G gen FABP4 dan perlakuan pakan terhadap kandungan Omega-3, omega-6, omega-9, dan rasio omega-6/omega-3 pada daging paha ayam IPB D1	46
5.4	Pengaruh SNP g.121038074A>G pada gen FABP4 dan perlakuan pakan terhadap kandungan mineral daging paha ayam IPB D1	46

DAFTAR GAMBAR

1.1	Bagan alir penelitian	6
2.1	Visualisasi amplifikasi PCR gen CAPN11	11
2.2	Visualisasi penentuan SNP g.30010795A>T gen CAPN11	12
3.1	Pertambahan bobot badan fase <i>grower</i> berdasarkan perlakuan pakan pada ayam IPB D1 jantan	24
3.2	Pertambahan bobot badan total berdasarkan perlakuan pakan pada ayam IPB D1 jantan	25
3.3	Grafik pertambahan bobot badan ayam IPB D1 jantan berdasarkan SNP g.30010629C>A gen CAPN11	27
4.1	Visualisasi amplifikasi PCR gen FABP4	33
4.2	Visualisasi penentuan SNP gen FABP4 pada SNP g.121038074A>G	33
5.1	PCA plot genotipe gen FABP4 dan perlakuan pakan	47



DAFTAR LAMPIRAN

1	<i>Ethical clearance</i> pelaksanaan penelitian	59
2	Visualisasi perunutan nukleotida pada gen FABP4	60
3	Sekuen daerah target gen FABP 4	61
4	Sekuen daerah target gen CAPN11	61
5	Foto pemeliharaan	62
6	Karkas dan potongan karkas ayam IPB D1	62

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.