

TESIS

**KERAGAMAN GEN CALPASTATIN DAN HUBUNGANNYA DENGAN
SIFAT PERTUMBUHAN, KUALITAS KARKAS
DAN KUALITAS DAGING TIGA JENIS
AYAM KAMPUNG**

**SAIFULLAH
I012171024**



**PROGRAM STUDI MAGISTER
ILMU DAN TEKNOLOGI PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

**KERAGAMAN GEN CALPASTATIN DAN HUBUNGANNYA DENGAN
SIFAT PERTUMBUHAN, KUALITAS KARKAS
DAN KUALITAS DAGING TIGA JENIS
AYAM KAMPUNG**

**DIVERSITY OF CALPASTATIN GENE AND ITS ASSOCIATION
GROWTH TRAITS, CARCASS AND MEAT QUALITY
OF THREE TYPES LOCAL CHICKEN**

**SAIFULLAH
I012171024**



**PROGRAM STUDI MAGISTER
ILMU DAN TEKNOLOGI PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

TESIS

**KERAGAMAN GEN CALPASTATIN DAN HUBUNGANNYA DENGAN
SIFAT PERTUMBUHAN, KUALITAS KARKAS, DAN KUALITAS
DAGING TIGA JENIS AYAM KAMPUNG**

Disusun dan diajukan oleh

SAIFULLAH


Nomor Pokok: I012171024

Telah Dipertahankan Di Depan Panitia Ujian Tesis

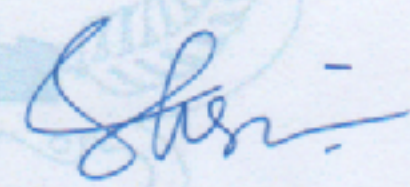
Pada Tanggal 05 Februari 2021

Dan Dinyatakan Telah Memenuhi Syarat

Menyetujui
Komisi Penasihat


Dr. Ir. Wempie Pakiding, M.Sc.

Ketua


Dr. Muhammad Ihsan A. Daqong, S.Pt., M.Si

Anggota

Ketua Program Studi
Ilmu dan Teknologi Peternakan



Prof. Dr. Ir. Ambo Ako, M.Sc.

Dekan Fakultas Peternakan
Universitas Hasanuddin



Prof. Dr. Ir. Lillah Rahim, M.Sc., IPU

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Saifullah
NIM : I012171024
Program Studi : Ilmu dan Teknologi Peternakan

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Februari 2021

Yang menyatakan,



SAIFULLAH

PRAKATA

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah Azza Waajal atas berkat, rahmat, pertolongan dan hidayah-Nya serta Salawat kepada Rasulullah Muhammad Sallallahu Alaihi Wassalam sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian hingga penyusunan tesis ini.

Tesis ini dapat diselesaikan berkat bantuan dari berbagai pihak, baik bantuan moril maupun materil. Untuk itu dengan segala keikhlasan dan kerendahan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Ibunda **Ramlah** dan Ayahanda **Suyuti** yang dengan ketabahan dan kesabaran dalam memberikan arahan dan mendoakan ananda demi keberhasilan dan keselamatan selama menempuh pendidikan.
2. **Prof. Dr. Dwia Aries Tina Pulubuhu M.A** selaku Rektor Universitas Hasanuddin.
3. **Prof. Dr. Ir. Lellah Rahim, M.Sc., IPU** selaku dekan Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin.
4. **Prof. Dr. Ir. Ambo Ako, M.Sc** sebagai ketua program studi dan **M. Dahar** selaku administrasi Ilmu dan Teknologi Peternakan Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin.
5. **Dr. Ir. Wempie Pakiding, M.Sc** sebagai pembimbing utama dan **Dr. Muhammad Ihsan A. Dagong, S.Pt., M.Si** sebagai pembimbing

anggota, terima kasih atas segala waktu, saran, bimbingan, nasihat, semangat, dan dukungannya yang telah diberikan selama penelitian hingga selesainya penulisan tesis ini.

6. **Prof. Dr. Ir. Djoni Prawira Rahardja, M.Sc., IPU, Prof. Dr. Ir. Lellah Rahim, M.Sc, IPU dan Prof. Rr. Sri Rachma A.B., M.Sc., Ph.D sebagai komisi penguji yang telah memberikan arahan, petunjuk, dan saran yang sangat berharga demi perbaikan tesis ini.**
7. Keluarga besar Bapak **Dr. Syahdar Baba, S.Pt., M.Si** yang telah memberikan bantuan berupa materi dan moral selama penulis menempuh pendidikan magister.
8. Kelurga besar **CV. Bittara Wanua** dan keluarga Bapak **Tabran Palu** yang telah membantu dalam proses dan penyelesaian penelitian lapangan.
9. Rekan - rekan **ITP angkatan 2017, Poultry Crew, Laboran Lab. Bioteknologi Terpadu** dan **teman-teman penghuni Lab. Ilmu Produksi Ternak Unggas** yang telah membantu dan memberikan semangat saat melakukan penelitian.
10. Keluarga besar penulis dan semua pihak yang tidak sempat penulis sebutkan namanya yang telah banyak memberikan bantuan dalam penyelesaian tesis ini.

Penulis telah berupaya semaksimal mungkin dalam penyusunan tesis ini, namun sebagai manusia tidak luput dari kesalahan dan

kekhilafan. Olehnya itu dengan penuh rasa rendah hati penulis menerima kritikan dan saran yang sifatnya membangun demi terwujudnya karya yang lebih baik kedepannya. Harapan penulis, semoga tesis ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua dan semoga segala bantuan dan bimbingan dari semua pihak senantiasa mendapat ridho dari Allah SWT, Amin.

Makassar, Februari 2021

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGAJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN	v
PRAKATA	vi
ABSTRAK	ix
ABTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Ayam Kampung	6
B. Ayam Kampung Unggul Balitnak (KUB)	7
C. <i>In Ovo Feeding</i>	10
D. Kualitas Daging Ayam	11
E. Gen Calpastatin	15
F. <i>Marker Assisted Selection</i> (MAS)	19
G. Kerangka Pikir	20

H. Hipotesis	20
III. METODE PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat Penelitian	22
B. Materi Penelitian	22
C. Rancangan Penelitian	24
D. Prosedur Penelitian	24
E. Parameter yang Diukur	29
F. Analisis Statistik	32
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Performa Ayam Kampung	35
1. Konsumsi Pakan	35
2. Pertambahan Bobot Badan	36
3. Konversi Pakan	38
B. Kualitas Karkas Ayam Kampung	40
C. Kualitas Daging Ayam Kampung	41
1. Derajat Keasaman (pH)	42
2. Daya Ikat Air	44
3. Susut Masak	45
4. Keempukan	46
5. Warna Daging	48
D. Amplifikasi Gen CAST pada Ayam Kampung	49
1. DNA Sequencing	51
2. Single Nucleotide Polymorphisms (SNP) Gen CAST	52
3. Frekuensi Genotipe Gen CAST	54
4. Frekuensi Alel Gen CAST	54
5. Heterozigositas dan Keseimbangan Hardy-Weinberg pada Gen CAST	55
6. Perbandingan Variasi Gen CAST Terhadap Pertambahan Bobot Badan, Kualitas Karkas, dan Kualitas Daging	57
V. DISKUSI UMUM	60

VI. KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	64
B. Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN	76

ABSTRAK

SAIFULLAH. I012171024. Keragaman Gen Calpastatin dan Hubungannya dengan Sifat Pertumbuhan, Kualitas Karkas dan Kualitas Daging Tiga Jenis Ayam Kampung (Dibawah bimbingan Wempie Pakiding dan Muhammad Ihsan A. Dagong).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan performa pertumbuhan, kualitas karkas, kualitas daging, dan identifikasi keragaman gen calpastatin tiga jenis ayam kampung. Penelitian ini disusun berdasarkan rancangan acak lengkap dengan tiga perlakuan dan 90 ulangan (30 ulangan tiap jenis) untuk uji performa dan 45 ulangan (15 ekor tiap jenis) untuk uji kualitas karkas, daging, dan DNA. Perlakuan pertama (P1) menggunakan ayam kampung KUB, perlakuan kedua (P2) menggunakan ayam kampung lokal, dan perlakuan ketiga (P3) menggunakan ayam kampung *in ovo feeding*. Parameter yang diamati pada penelitian ini yaitu performa pertumbuhan (pertambahan bobot badan, konsumsi pakan, konversi pakan); kualitas karkas (persentase karkas, persentase karkas bagian dada, paha atas, paha bawah, sayap, dan punggung); kualitas daging (nilai pH, daya ikat air, susut masak, keempukan, dan warna daging kemerahan, kekuningan, dan kecerahan); frekuensi genotipe dan alel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertambahan bobot badan harian P1 lebih tinggi dan konversi pakan lebih rendah dibanding P2 dan P3; Persentase dada P1 lebih tinggi dibanding P2 dan P3, persentase paha bawah dan punggung P2 dan P3 lebih tinggi dibanding P1; Nilai pH dan warna daging kemerahan P3 lebih rendah dibanding P1 dan P2, daya ikat air, susut masak, dan keempukan P1 lebih tinggi dibanding P2 dan P3. Sedangkan konsumsi pakan, persentase karkas, persentase paha atas, persentase sayap, warna daging kecerahan dan kekuningan tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap perlakuan. Analisis DNA gen calpastatin menghasilkan frekuensi genotipe AA dan AG pada P1, P2, dan P3 masing-masing sebesar 0,93, 1,00, 0,87 dan 0,07, 0,00, 0,13, sedangkan frekuensi alel A dan G pada P1, P2, dan P3 masing-masing sebesar 0,97, 1,00, 0,93 dan 0,03, 0,00, 0,07. Hasil tersebut menunjukkan bahwa P3 bersifat polimorfik sedangkan P1 dan P2 bersifat monomorfik.

Kata Kunci: Ayam kampung, calpastatin, *in ovo feeding*, KUB dan performa.

ABSTRACT

SAIFULLAH. I012171024. Diversity of Calpastatin Gene and its Association with Growth Traits, Carcass and Meat Quality of Three Types of Local Chicken (Supervised by Wempie Pakiding and Muhammad Ihsan A. Dagong).

The aim of this study was to determine the differences of growth performance, carcass and meat quality traits based on calpastatin gene variation of three types of local chicken. This study used a completely randomized design with three treatment and 90 head of birds as replication (30 replication of each breed), while for carcass, meat quality, and DNA were used 45 heads (15 heads of each breed/types). The treatments of local chicken types used were KUB chicken (P1), local native chicken (P2), and *in ovo* feeding native chicken (P3). The parameters observed in this study were growth performance (body weight gain, feed consumption, feed conversion); carcass quality (percentage of carcass, percentage of chest, upper thighs, lower thighs, wings and backs); meat quality (pH, water holding capacity, cooking losses, tenderness, and meat color redness, yellowness, and lightness); genotype and allele frequencies. The results showed that the daily body weight gain of P1 was higher and the feed conversion ratio was lower than P2 and P3; The percentage of chest in P1 was higher than P2 and P3, the percentage of lower thighs and backs in P2 and P3 was higher than P1; The pH value and meat color redness in P3 were lower than in P1 and P2, the water holding capacity, cooking losses, and tenderness in P1 were higher than P2 and P3. While feed consumption, carcass percentage, upper thigh percentage, wing percentage, lightness and yellowness meat color did not show a significant effect on the treatment. DNA analysis of the calpastatin gene resulted in genotype AA and AG frequencies in P1, P2, and P3 treatments were 0.93, 1.00, 0.87 and 0.07, 0.00, 0.13, respectively, while the A and G allele frequencies in P1, P2, and P3 treatments were 0.97, 1.00, 0.93 and 0.03, 0.00, 0.07, respectively. The results indicate that in P3 is polymorphic while P1 and P2 are monomorphic.

Keywords: Performance, calpastatin, *in ovo feeding*, KUB and local chicken.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki beragam kekayaan sumber daya genetik ternak, diantaranya adalah ayam kampung. Ayam kampung di Indonesia terdapat 32 jenis (*ecotype*) yang terdiri dari beberapa rumpun dengan karakteristik morfologis yang berbeda dan khas dari daerah asalnya. Salah satu jenis ayam kampung adalah ayam Merawang yang berasal dari spesies *Gallus-gallus*, family *Phasianidae* (Nataamijaya, 2010).

Ayam kampung memiliki kelebihan dibandingkan dengan ayam ras, antara lain dapat dibudidayakan dengan modal yang sedikit maupun modal yang banyak dan memiliki adaptasi lingkungan yang tinggi. Menurut Chen dkk., (1993) ayam kampung unggul dalam hal resistensi terhadap penyakit, resistensi terhadap panas serta memiliki kualitas daging dan telur yang lebih baik dibandingkan dengan ayam ras.

Ayam kampung juga memiliki kualitas daging yang lebih baik. Daging ayam kampung memiliki rasa yang gurih, teksturnya kenyal, dan kadar lemak yang lebih rendah dibandingkan ayam ras. Selain itu harganya juga lebih tinggi dibandingkan dengan ayam ras, bahkan untuk waktu-waktu tertentu harganya bisa naik dua kali lipat.

Prospek pengembangan ayam kampung memiliki peluang yang sangat tinggi dikarenakan populasinya mengalami peningkatan. Populasi

ayam kampung pada tahun 2016 sebanyak 294,16 juta ekor dan mengalami peningkatan pada tahun 2017 sebanyak 310,52 juta ekor (Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan, 2017). Kontribusi ayam kampung dalam pemenuhan kebutuhan daging dan telur di Indonesia tidaklah sedikit. Produksi daging ayam kampung pada tahun 2016 sebesar 284,99 juta ton sedangkan produksi telurnya sebesar 196,7 juta butir telur (Statistik Peternakan dan Kesehatan hewan, 2017).

Dibandingkan dengan strain ayam ras komersil, produktivitas ayam kampung memiliki permasalahan yaitu performanya yang rendah dengan karakteristik pertumbuhan yang lambat (Sulistyoningsih dkk., 2013; Tamzil dkk., 2014) dan potensi genetik yang rendah (Azma dkk., 2011). Oleh karena itu, untuk dapat menyediakan daging dan telur ayam kampung secara berkesinambungan dengan jumlah yang memadai diperlukan upaya peningkatan produktifitas ayam kampung dengan cara peningkatan performa dan mutu genetik.

Peningkatan performa ayam kampung bisa dilakukan dengan cara pemuliaan atau seleksi dan penggunaan teknologi *in ovo feeding*. Salah satu jenis ayam kampung yang telah mengalami proses seleksi dan pemuliaan untuk peningkatan performa adalah ayam kampung balitnak (KUB) Bogor. Sedangkan penggunaan teknologi *in ovo feeding* untuk meningkatkan performa ayam kampung telah diteliti oleh Azma dkk., (2011) dan Azhar dkk., (2016).

Peningkatan performa, kualitas karkas, dan kualitas daging dapat dilakukan melalui seleksi pada tingkat DNA melalui pemanfaatan marker gen yang mempunyai hubungan dengan sifat pertumbuhan dan sifat kualitas daging. Sartika dkk., (2004) mengemukakan bahwa *Marker Assisted Selection* (MAS) merupakan bioteknologi molekuler yang dapat digunakan sebagai salah satu metode seleksi. Salah satu marker gen adalah gen calpastatin.

Calpastatin (CAST) merupakan gen yang berperan sebagai inhibitor (penghambat) spesifik bagi calpain yang tergantung pada ion Ca^{2+} (*μ-calpain* dan *m-calpain*) (Goll dkk., 2003). Gen calpastatin (CAST) memiliki hubungan dengan bobot badan ayam (Johari dkk., 1993) dan mengontrol sifat kualitas daging (Zhang dkk., 2012; Biswas dkk., 2016). Aktivitas CAST mengalami peningkatan ketika degradasi protein pada jaringan otot hidup menurun (Wheler dan Koohmaraie, 1992). Ekspresi CAST mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya usia (Northcutt dkk., 1998). Menurut Harahap dkk., (2017) Gen CAST terletak pada kromosom Z yang terdiri dari 29 intron dan 30 exon dengan panjang basa 60809.

Keragaman gen calpastatin diharapkan dapat digunakan sebagai salah satu penciri pada program seleksi dan pemuliaan untuk menghasilkan ayam kampung dengan sifat pertumbuhan dan kualitas daging yang unggul.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana keragaman gen dan frekuensi alel gen calpastatin (CAST) pada tiga jenis ayam kampung?
2. Bagaimana hubungan antara keragaman gen CAST dengan performa, kualitas karkas dan daging pada tiga jenis ayam kampung?
3. Bagaimana gambaran komposisi kualitas daging pada tiga jenis ayam kampung berdasarkan keragaman gen CAST?

C. Tujuan Penelitian

1. Menganalisa keragaman gen dan frekuensi alel gen calpastatin (CAST) pada beberapa macam ayam kampung.
2. Mendapatkan informasi dan menganalisa hubungan antara keragaman gen CAST dengan performa, kualitas karkas dan daging pada ayam kampung.
3. Menganalisa gambaran komposisi kualitas daging ayam kampung berdasarkan keragaman gen CAST.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran informasi mengenai keragaman gen CAST pada ayam kampung dan dapat dijadikan dasar penentuan seleksi pada pemuliabiakan untuk

mendapatkan ayam kampung dengan pertumbuhan dan kualitas daging yang baik dalam program pemuliaan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Ayam Kampung

Indonesia diyakini sebagai salah satu pusat domestikasi ayam di Asia, karena dikenal dengan ayam kampungnya yang memiliki *clade* yang berbeda dengan ayam lain di Asia (Sulandari dan Zein, 2009). Indonesia memiliki berbagai jenis ayam kampung, namun hanya sebagian yang telah teridentifikasi. Menurut Azahan dkk., (2014) dan Sudaryati dkk., (2013) ayam kampung memiliki penampilan yang sangat beragam terutama warna bulu dan bentuk jengger serta tidak memiliki ciri-ciri khusus yang terjadi karena adanya keragaman genetik.

Menurut Sartika dan Iskandar (2007) ayam kampung tidak mempunyai ciri khas tertentu, dengan kata lain penampilan fenotipenya masih sangat beragam. Sifat-sifat kualitatif seperti warna bulunya sangat bervariasi, ada yang berwarna hitam (EE, Ee+, Ee), warna bulu tipe liar (e+e+, e+e), tipe columbian (ee), bulu putih (I-cc) serta warna lurik (BB, Bb) masih bercampur baur. Demikian pula warna kulitnya ada yang putih/kuning (ldld), hitam/abu-abu atau kehijauan (idid). Bentuk jengger ada yang tunggal (pprr), ros (ppR), walnut (PR) atau bentuk kacang polong/pea (Prr).

Ayam kampung memiliki banyak kegunaan dan keunggulan untuk menunjang kehidupan manusia antara lain memiliki kemampuan adaptasi yang sangat baik (Tamzil dkk., 2014), pengelolaan yang kurang baik, tidak

memerlukan lahan yang luas, bisa dilahan sekitar rumah, harga jualnya stabil dan relatif lebih tinggi dibandingkan dengan ayam broiler, tidak mudah stress dan daya tahan tubuhnya lebih kuat di bandingkan dengan ayam ras lainnya (Sartika dkk., 2011).

Ayam kampung juga memiliki berbagai kekurangan antara lain sulitnya memperoleh bibit yang baik dan produksi telurnya yang lebih rendah dibandingkan ayam ras, pertumbuhannya relatif lambat, konversi pakan yang tinggi (Aryanti dkk., 2013), dan bobot badan yang rendah (Iriyanti dkk., 2014). Gambaran umum dari performa ayam kampung dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Performa Ayam Kampung

Umur (Minggu)	Performa			
	KP (g/e)	BB (g/e)	PBB (g/e)	FCR
I ^a	34,81	52	23	0,67
II ^a	76,72	77	25	1,45
III ^a	123,64	144	67	1,64
IV ^a	142,86	197	53	1,93
V ^a	195,35	248	51	2,53
DOC-12 Minggu ^b	3392	728	720,25	4.63

Keterangan. KP : konsumsi pakan, BB : bobot badan, PBB : penambahan bobot badan, FCR : *Feed Conversion Ratio* (konversi pakan), ^a : Aryanti dkk., (2013), ^b: Kususiyah (2011).

B. Ayam Kampung Unggul Balitnak (KUB)

Ayam Kampung Unggul Balitnak (KUB) adalah salah satu ayam kampung asli Indonesia yang berasal dari Jawa Barat. Ayam KUB tercipta dari hasil seleksi ayam kampung selama enam generasi dengan sistem galur betina (*female line*). Ayam KUB memiliki banyak keunggulan dibanding ayam kampung lainnya seperti konsumsi pakan yang lebih

efisien, daya tahan penyakit yang lebih tinggi, tingkat mortalitas yang rendah, serta produksi telur yang tinggi (Urfa dkk., 2017).

Selain produksi telur yang tinggi, ayam KUB juga memiliki keunggulan pada pertumbuhan sehingga dapat dijadikan sebagai ayam kampung pedaging. Menurut Sartika dkk., (2013) ayam KUB pada umur panen 12 minggu memiliki bobot 0,8-1 kg, sedangkan hasil penelitian Urfa dkk., (2017) mendapatkan bobot 0,6-0,8 kg pada umur yang sama. Menurut Sartika dkk., (2010) ayam KUB yang dipelihara menggunakan sistem intensif dapat memproduksi telur sebanyak 180 butir/induk/tahun dengan persentase produksi 44-70%. Konsumsi pakan 80-85 gram/ekor/hari dengan konversi pakan 3,8 (kg pakan/kg telur). Deskripsi lengkap ayam KUB disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Deskripsi Ayam KUB

Nama galur	Ayam KUB-1
Asal-usul	Hasil pemuliaan dari beberapa ayam kampung yang ada di Provinsi Jawa Barat (Depok, Cianjur, Bogor, dan Majalengka)
Proses	Dihasilkan melalui proses pemuliaan selama 13 tahun (1997 – 2010)
Karakteristik	
Warna bulu	Sebagian besar (64%) berwarna hitam
Bentuk kepala	Lonjong
Bentuk jengger	71% berbentuk tunggal dan 29% berbentuk kacang polong (pea)
Warna paruh	Kuning sampai kehitaman
Warna kaki/shank	Sebagian besar (74%) berwarna abu-abu sampai hitam
Sifat mengeram	90% tidak mengeram
Produksi telur	160 – 180 butir/ekor/tahun
Umur pertama bertelur	20 – 22 minggu
Bobot badan pertama bertelur	1,2 – 1,5 kg
Bobot telur	36 – 45 gram
BB umur 20 minggu	1,60±0,24kg untuk jantan 1,20±0,16 kg untuk betina
Panjang paha (femur)	10,23±0,65 cm untuk jantan 8,35±0,38 cm untuk betina
Panjang ceker	11,00±0,91 cm untuk jantan 8,58±0,45 cm untuk betina
Panjang sayap	23,48±1,51 cm untuk jantan 19,21±1,16 cm untuk betina
Panjang tulang dada	13,08±1,03 cm untuk jantan 10,52±0,81 cm untuk betina

Sumber: SK Menteri Pertanian Republik Indonesia (2014) tentang Pelepasan Galur Ayam KUB-1.

C. *In Ovo Feeding*

Teknik *in ovo feeding* adalah salah satu teknik memasukkan nutrisi tambahan kedalam telur pada periode inkubasi (Mehr dkk., 2014; Foye dkk., 2007). Tujuan *in ovo feeding* yaitu untuk memaksimalkan perkembangan embrio pada masa inkubasi (Grodzik dkk., 2013) dengan cara memaksimalkan penyerapan nutrisi dan meningkatkan aktivitas enzim pada usus (Foye dkk., 2007). *In ovo feeding* juga dapat meningkatkan resistensi penyakit sehingga dapat meningkatkan kesehatan dan produksi ternak unggas (Mehr dkk., 2014).

Diawal penemuan metode *in ovo feeding* hanya digunakan untuk teknologi vaksinasi dini pada unggas komersil (Sakiyo, 2007). Namun seiring perkembangan, metode *in ovo feeding* dilaporkan telah menggunakan berbagai macam senyawa.

Riset tentang *in ovo feeding* sudah banyak dilakukan. Teknik *in ovo feeding* dapat menurunkan bobot yolk dan meningkatkan bobot embrio (Azhar dkk., 2016); Meningkatkan daya tetas (Al-Daraji dkk., 2012); Meningkatkan pertambahan bobot badan dan bobot badan akhir (Al-Daraji dkk., 2012; Azhar dkk., 2016); Meningkatkan bobot tetas (Azhar dkk., 2016; Ridwan dkk., 2019); Meningkatkan laju pertumbuhan, respon imun, dan menurunkan kolesterol serum darah (Mehr dkk., 2014) .

Ayam kampung yang telah mendapatkan perlakuan *in ovo feeding* mengalami peningkatan bobot badan mingguan dan bobot badan akhir dibandingkan dengan ayam kampung yang tanpa perlakuan. Performa ayam kampung dengan perlakuan metode *in ovo feeding* dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Rataan Bobot Badan Ayam Kampung dengan Perlakuan *In Ovo Feeding*

Umur (Pekan)	Bobot Badan (g/ekor)
I	70,33± 0,97
II	134,52± 4,69
III	215,50± 8,51
IV	322,05± 7,35
V	459,48± 9,86
VI	647,27± 12,07

Azhar dkk., (2016)

Tabel 4. Performa Ayam Kampung dengan Perlakuan *In Ovo Feeding* Umur 6 Minggu

Variabel	Nilai
Konsumsi Pakan (g/ekor)	1137,52± 2,10
PBB (g/ekor)	617,44± 11,50
FCR	1,84± 0,04

Keterangan. PBB: Pertambahan Bobot Badan, *Feed Conversion Ratio* (konversi pakan), Azhar dkk., (2016).

D. Kualitas Daging Ayam

Daging ayam adalah salah satu sumber protein hewani yang memiliki kualitas baik karena mengandung nutrisi yang seimbang dan dibutuhkan oleh tubuh (Hidayah dkk., 2019). Daging ayam yang baik berasal dari otot skeletal yang aman, layak, dan lazim dikonsumsi oleh manusia (BSN, 2009). Kualitas daging ditentukan dari kandungan nutrisi, kualitas fisik dan sensori. Kandungan nutrisi daging dinilai berdasarkan kandungan air, protein dan lemak (Bosco dkk., 2001). Kualitas fisik dapat

dihat dari nilai pH daging, daya ikat air, susut masak, keempukan, dan warna daging. Sedangkan sifat sensori daging dilihat dari tekstur, aroma, dan rasa.

Tabel 5. Kualitas Nutrisi dan Fisik Daging Ayam Kampung

Parameter	Nilai
Kadar air (%)	63,22 ^a
Kadar protein (%)	19,84 ^a
Kadar lemak (%)	1,35 ^a
Ph	5,88 ^a
Keempukan (mm/10 detik)	3,80 ^a
Daya ikat air (%)	28,93 ^b
Susut masak (%)	49,48 ^b
Warna	pucat ^a

Sumber: a* Hidayah dkk., (2019), b* Nasution dkk., (2016)

1. Nilai pH Daging

Nilai pH daging dapat mempengaruhi parameter kualitas daging seperti warna, daya ikat air, dan umur simpan sehingga nilai pH telah banyak digunakan sebagai indikator kualitas daging potensial (Jelenikova dkk., 2008 dan Knox dkk., 2008). Selain itu nilai pH juga mempengaruhi keempukan, daging yang memiliki pH tinggi melunak lebih cepat daripada daging dengan pH rendah selama penyimpanan (Li dkk., 2014). Meskipun banyak faktor yang mempengaruhi nilai pH, tidak ada faktor tunggal yang mempengaruhinya lebih dari 50% (Li dkk., 2014).

2. Daya Ikat air

Daya Ikat air adalah kemampuan daging dan produk daging untuk mengikat air (Pearce dkk., 2011) selama mengiris, mencincang, dan menekan dan juga selama transportasi penyimpanan, pemrosesan, dan pemasakan (Hamm, 1986). Air yang dikeluarkan dari produk daging

olahan sering disebut sebagai hasil masak dan ini terkait langsung dengan daya ikat air. Kandungan air dalam otot menurut komposisi kimianya sekitar 75% dan komponen lainnya berupa protein ($\pm 20\%$), lipid ($\pm 5\%$, tetapi dapat bervariasi dan mempengaruhi kadar air), karbohidrat ($\pm 1\%$), vitamin dan mineral ($\pm 1\%$, dikategorikan sebagai abu) (Offer dan Knight, 1988).

Sekitar 1% air dalam daging digolongkan sebagai air yang "terikat" dan diikat oleh protein (Huff-Lonergan dan Lonergan, 2005). Air ini mengurangi mobilitas dan tahan terhadap pembekuan dan pemanasan (Fennema, 1985). Bagian lain dari air dalam daging disebut air yang "tidak bisa bergerak" atau "terperangkap" (Fennema, 1985). Air ini tidak mudah lepas dari struktur tetapi bisa dihilangkan dengan pengeringan dan proses rigormortis serta perubahan struktur protein fisik, misalnya melalui degradasi atau denaturasi protein. Fraksi ini terdiri dari sekitar 85% dari total air (Pearce dkk., 2011).

3. Susut Masak

Susut masak adalah besaran bobot daging yang hilang selama proses pemasakan atau pemanasan (Soeparno 2011). Susut masak dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kerusakan membran seluler, air yang keluar dari daging, penyimpanan, degradasi protein, kemampuan daging untuk mengikat air (Shanks dkk., 2002), pH, ukuran sarkomer serabut otot, ukuran potongan serabut otot, status kontraksi miofibril, ukuran dan bobot sampel daging serta penampang melintang daging

(Soeparno, 2009). Susut masak berkisar antara 1,5-54,5% (Dewayani dkk., 2015).

4. Keempukan

Saat otot diubah menjadi daging, banyak perubahan terjadi, seperti penurunan energi secara bertahap, perubahan metabolisme dari aerobik ke anaerobik yang mendukung produksi asam laktat sehingga pH jaringan menurun dari netralitas mendekati 5,4-5,8, peningkatan kekuatan ionik karena ketidakmampuan kalsium, natrium, dan kalium yang bergantung pada ATP untuk berfungsi, dan peningkatan ketidakmampuan sel untuk mempertahankan kondisi reduksi. Semua perubahan ini dapat berdampak besar pada banyak protein di sel otot, terutama pada salah satu sistem enzim proteolitik yang dianggap memainkan peran penting dalam keempukan yang terjadi selama postmortem (Lonergan dkk., 2010).

5. Warna Daging

Pengukuran warna daging internasional yang diadopsi oleh Commission International d'Eclairage (CIE) pada tahun 1976 digambarkan dengan L^* (kecerahan), a^* (kemerahan), dan b^* (kekuningan) (Girolami dkk., 2013). Nilai L^* adalah komponen ringan, yang berkisar dari 0 hingga 100 (dari hitam menjadi putih); a^* dan b^* keduanya berkisar dari -120 hingga +120 dengan berkisar dari hijau jika negatif menjadi merah jika positif dan b^* mulai dari biru jika negatif menjadi kuning jika positif (Papadakis dkk., 2000; Yam dan Papadakis, 2004). Ada dua penjelasan dalam literatur tentang kegelapan warna

daging karena pH tinggi: (1) karena hamburan cahaya kurang sehingga lebih sedikit cahaya yang dipantulkan (MacDougall, 1982) dan (2) karena tingginya mitokondria konsumsi oksigen dalam daging pH tinggi, mendukung pembentukan deoxymyoglobin gelap (Bendall dan Taylor., 1972; Egbert dan Cornforth, 1986).

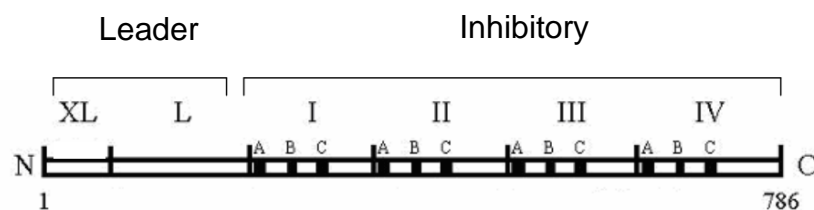
E. Gen Calpastatin

Gen calpastatin (CAST) merupakan gen yang berperan sebagai inhibitor (penghambat) spesifik bagi calpain yang tergantung pada ion Ca^{2+} (*μ -calpain* dan *m-calpain*) (Goll dkk., 2003). Protein CAST tergolong dalam kelompok sistem calpain – calpastatin (Harahap dkk., 2017). Gen CAST hampir ditemukan disemua jaringan tubuh hewan dan mempengaruhi sifat keempukan daging pada mamalia (Morgan dkk., 1993), proliferasi sel (Stifanese dkk., 2008), dan *turn over* pertumbuhan otot dan protein (Huang dan Fosberg, 1998). Aktivitas CAST mengalami peningkatan ketika degradasi protein pada jaringan otot hidup menurun (Wheler dan Koohmaraie, 1992). Ekspresi CAST mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya usia (Northcutt dkk., 1998).

Penelitian tentang gen CAST sudah banyak dilakukan, seperti pada ayam (Harahap dkk., 2017; Zhang dkk., 2012; Johari dkk., 1993; Northcutt dkk., 1998), domba (Dagong dkk., 2016; Sumantri dkk., 2008), dan sapi (Odeh, 2003). Ayam pedaging yang memiliki FGR tinggi menunjukkan *m-calpain* rendah dengan aktivitas CAST tinggi. Sebaliknya, ayam petelur (Layer) dengan FGR rendah menunjukkan *m-calpain* tinggi dengan

aktivitas CAST rendah. Akibatnya, aktivitas calpain dan CAST masing-masing berada dalam kisaran 0,624 hingga 0,896 dan 0,286 hingga 0,422 unit/g otot untuk ayam broiler dan 0,800 hingga 1,472 dan 0,240 hingga 0,296 unit/mg otot untuk ayam layer (Johari dkk., 1993) sedangkan menurut Ballard dkk., (1998) Aktivitas calpain dan calpastatin pada otot rangka ayam broiler berumur 16 hari masing-masing berada dikisaran 0,776 hingga 1,040 dan 0,290 hingga 0,490 unit/g otot.

Level CAST bervariasi berdasarkan bangsa ternak (Shackelford dkk., 1995), spesies ternak (Koochmaraie, 1992), dan daging (Perry dkk., 2009). Pada tingkat struktur protein, calpastatin bovine merupakan protein dengan lima domain penghambat (Gambar 1). Gen CAST memiliki perkiraan bobot molekul sekitar 76 kDa (Killefer dan Koochmaraie, 1994). Menurut Harahap dkk., (2017) Gen CAST terletak pada kromosom Z yang terdiri dari 29 intron dan 30 exon dengan panjang basa 60 809 (Ensembl dengan kode akses ENSGALG00000014682).



Gambar 1. Struktur Calpastatin dengan domain lima penghambat dengan 786 asam amino (Odeh, 2003).

Diketahui bahwa calpain dan CAST secara langsung berpengaruh terhadap degradasi protein otot (Goll dkk., 1989) yang menyebabkan terjadinya perbedaan antara m-calpain dan CAST pada ayam pedaging

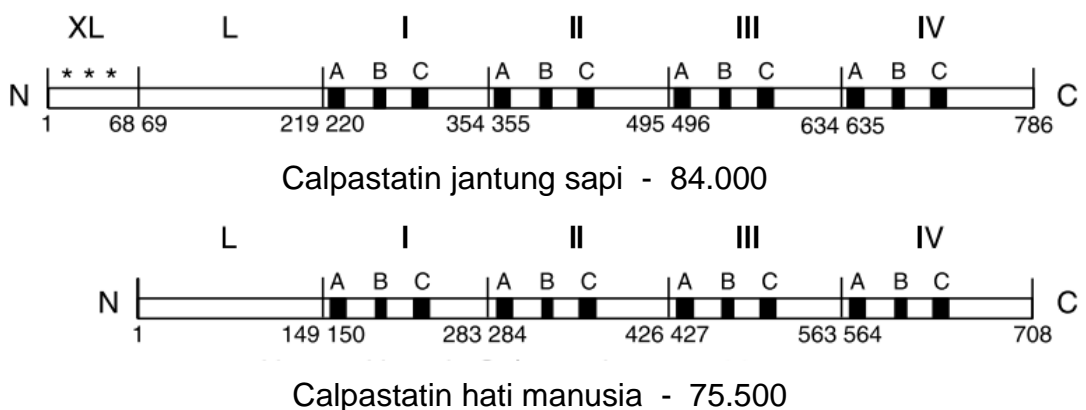
sekitar 0,57 sampai 0,61 kali lipat dari ayam layer. Maeda dkk., (1990) melaporkan bahwa jenis ternak yang tingkat pertumbuhannya tinggi memiliki K_d (tingkat fraksional sintesis protein otot) yang tinggi dan K_s , (tingkat fraksional degradasi protein otot) yang rendah.

Hanya ada satu gen calpastatin yang ditemukan pada bovine tepatnya pada kromosom 7 (Bishop dkk., 1994), manusia pada kromosom 5 (Inazawa dkk., 1990), dan babi kromosom 2 (Ernst dkk., 1998). Setelah riset selama bertahun-tahun dengan penggunaan berbagai promotor (Cong dkk., 1998; Takano dkk., 2000) ditemukan besaran jumlah isoform calpastatin yang berbeda pada massa molekul yang berkisar antar 17,5 kDa (471), 46,35 kDa (178) hingga 84 kDa (65) dihasilkan dari gen tunggal ini. Ada delapan isoform calpastatin yang berbeda telah diidentifikasi dalam jaringan (Takano dkk., 2000; Parr dkk., 2001; Goll dkk., 1989). Seringkali, lebih dari satu isoform ada dalam satu jaringan (Melloni dkk., 1998), dan isoform yang berbeda di eritrosit pada spesies yang berbeda (Inomata dkk., 1995).

Sequencing gen CAST tikus telah menunjukkan bahwa gen ini mengandung 34 ekson dalam urutan ~60 kb (Takano dkk., 2000), termasuk 5 ekson hulu dari ekson 2, ekson mengkodekan terminal NH₂ dari prototipikal CAST (CAST hepatik manusia) pada Gambar 2. Sebelumnya penelitian Cong dkk., (1998) telah mengidentifikasi region ke 5' gen CAST sapi yang mengandung ekson 1xb, 1y, dan 1z. Tiga ekson ini mengkodekan domain asam amino ke 68 yang diistilahkan domain XL

(Gambar 2) yang mengandung tiga protein situs fosforilasi kinase A (PKA).

Inkubasi dari CAST yang mengandung domain XL dengan PKA murni menunjukkan bahwa situs ini terfosforilasi secara in vitro. Calpastatin yang mengandung domain XL bermigrasi sebagai polipeptida ~145 kDa (massa molekul dari urutan asam amino yang diprediksi adalah 84 kDa), dan antibodi spesifik untuk domain XL menunjukkan bahwa ~145 kDa calpastatin yang mengandung domain XL diekspresikan dalam ekstrak hati sapi dan otot jantung (Cong dkk., 1998). Ekstrak ini juga mengandung polipeptida ~120 dan 110 kDa yang diberi label oleh antibodi monoklonal khusus untuk domain IV dari calpastatin (Gambar 2).



Gambar 2. Skema Struktur Domain yang Berbeda dalam Isoform Calpastatin.

F. Marker Assisted Selection (MAS)

Marker assisted selection (MAS) adalah proses penambahan informasi genom ke informasi fenotipik untuk meningkatkan respons seleksi dengan metode tradisional (Wakchaure dkk., 2015). MAS menggunakan gen penanda untuk menunjukkan keberadaan gen yang diinginkan (Well dkk., 1998). Tujuan dari MAS adalah meningkatkan respons seleksi (Meuwissen dan Goddar, 1996). Perbaikan genetik menggunakan MAS akan meningkat sebesar 10-20%, tergantung pada ukuran lokus sifat kuantitatif (QTL).

Penerapan MAS akan lebih efektif apabila diterapkan pada skala industri sehingga keberhasilan penerapannya memerlukan strategi terpadu yang menyeluruh (Dekkers, 2004). Ketika MAS digunakan dalam suatu populasi, frekuensi alel QTL yang menguntungkan dengan cepat akan meningkat sejak dari generasi pertama dibandingkan dengan seleksi konvensional (Wakchaure dkk., 2015). Penggunaan informasi dari QTL yang terdeteksi dalam pemilihan membutuhkan pengembangan kriteria seleksi untuk menghubungkan informasi molekuler dengan informasi fenotipik (Wakchaure dkk., 2015).

MAS lebih menguntungkan daripada seleksi konvensional untuk sifat terbatas (jenis kelamin, produksi susu, dan produksi telur) dan sifat heritabilitas yang rendah (jarak kebuntingan dan kesuburan) dan kurangnya respon seleksi dan perolehan genetik dalam seleksi konvensional dan program pemuliaan (Hiendleder dkk., 2005), sifat sifat

karkas pada hewan ternak (kualitas daging), sifat-sifat susu yang berkorelasi secara genetik terhadap produksi dan kandungan protein (Schwerin dkk., 1995).

G. Kerangka Pikir

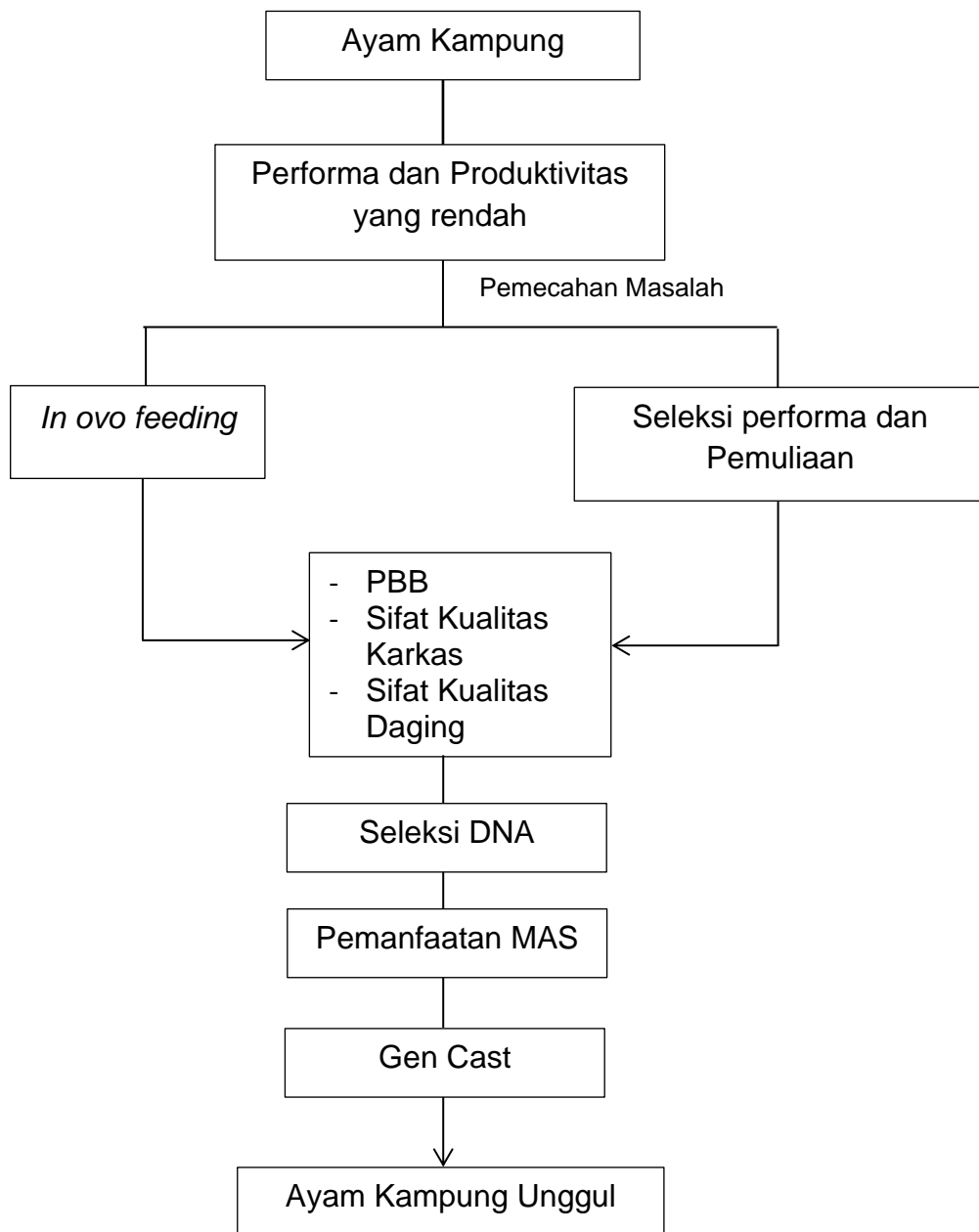
Ayam kampung adalah ayam lokal yang memiliki kelebihan dan kekurangan dibanding dengan ayam ras komersil lainnya. Kelebihan ayam kampung memiliki tingkat imunitas, adaptabilitas yang tinggi dan rasa daging khas, sedangkan kekurangannya yaitu pertumbuhan yang lambat sehingga pencapaian bobot badan akhirnya sangat rendah.

Perbaikan mutu ayam kampung dapat dilakukan dengan cara teknik *in ovo feeding* dan seleksi. Teknik *in ovo feeding* meningkatkan performa ayam kampung sedangkan seleksi genotipe dapat dilakukan untuk perbaikan mutu genetik ayam kampung.

Performa ayam kampung yang baik harus di sertai dengan kualitas daging yang baik pula. Keragaman gen yang dapat mempengaruhi performa dan kualitas daging adalah gen Calpastatin. Dengan penyeleksian genetik ternak menggunakan gen Calpastatin bisa didapatkan ayam kampung dengan performa dan kualitas daging yang baik.

H. Hipotesis

1. Gen calpastatin beragam pada ayam kampung.
2. Keragaman gen calpastatin memiliki hubungan dengan pertumbuhan dan kualitas karkas dan daging ayam kampung.



Gambar 3. Bagan kerangka pikir penelitian