



**STUDI KERAGAMAN GENETIK SAPI BALI DI KABUPATEN BONE
MENGUNAKAN ANALISIS *POLYMERASE CHAIN REACTION-
RANDOM AMPLIFIED POLYMORPHIC DNA (PCR-RAPD)***

SKRIPSI

Oleh :

ABDUL KADIR



Tgl. Terbit	01 / 08 / 08
Asal Dari	FAK. PETERNAKAN
Banyaknya	1 eks
Harga	Hadiah
No. Inventaris	72

SKR-PT09
KAD
S

**FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2008**

**STUDI KERAGAMAN GENETIK SAPI BALI DI KABUPATEN BONE
MENGUNAKAN ANALISIS *POLYMERASE CHAIN REACTION-
RANDOM AMPLIFIED POLYMORPHIC DNA* (PCR-RAPD)**

SKRIPSI

Oleh

ABDUL KADIR
1 111 02 024

**Skripsi Ini Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Pada Fakultas Peternakan
Universitas Hasanuddin**

**FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2008**

Judul Skripsi : Studi Keragaman Genetik Sapi Bali di Kabupaten Bone
Menggunakan Analisis *Polymerase Chain Reaction-Random
Amplified Polymorphic DNA (PCR-RAPD)*

Bidang Studi : Ilmu Pemuliaan

Nama : Abdul Kadir

No. Pokok : I 111 02 024

Skripsi ini Telah Diperiksa dan Disetujui Oleh :



Prof. Dr. Ir. Sudirman Baco, M.Sc.
Pembimbing Utama



Dr. Ir. Rr. Sri Rachma A.B., M.Sc.
Pembimbing Anggota

Mengetahui :



Prof. Dr. Ir. H. Samsuddin Hasan, M.Sc.

Dekan
FAKULTAS
PETERNAKAN



Prof. Dr. Ir. Leilah Rahim, M.Sc.

Ketua Jurusan

Tanggal Lulus : 21 Juli 2008

ABSTRACT

Abdul Kadir. I 111 02 024. The Genetic Variation Studies of Bali Cattle in Bone Regency by Using *Polymerase Chain Reaction - Random Amplified Polymorphic DNA* (PCR-RAPD). Supervised by Sudirman Baco as the Supervisor and Rr. Sri Rachma Aprilita Bugiwati as the Co-supervisor.

The genetic variations are important element in rising quality and quantity of cattle population. The more genetic variation of higher can survive and therefore the selection process become better. One of method to know the genetic variation of population is using *Polymerase Chain Reaction - Random Amplified Polymorphic DNA* (PCR-RAPD) analysis. The aim of this experiment was to know the genetic variation of Bali cattle in Bone Regency by DNA analyzed using PCR-RAPD method.

These experiments used 3 types of RAPD primer namely primer 8, 17 and 18 (SBS Genetech) from 20 blood samples of Bali cattle from Bone Regency Cina District. PCR product was analyzed by qualitatif method to know band pattern of DNA and quantitatif method using the *Band Sharing Frecuensed* (BSF) formula.

The results of qualitatif and quantitatif methods, showed that the polimorfic band percentage value of primer 8 were 83,33% vs 0,741 ; primer 17 were 92,86% vs 0,659 ; primer 18 were 100% vs 0,706 ; and total average 92,10% vs 0,702, respectively.

The conclusion is the genetic variation of Bali cattle sample at Bone Regency relatively high and the genetic similarity' between individual among those samples relatively low. Therefore the fenotipe decreasing could be fixed.

ABSTRAK

Abdul Kadir. I 111 02 024. Studi Keragaman Genetik Sapi Bali di Kabupaten Bone Menggunakan Analisis *Polymerase Chain Reaction - Random Amplified Polymorphic DNA* (PCR-RAPD). Di bawah bimbingan Sudirman Baco Sebagai Pembimbing Utama dan Rr. Sri Rachma Aprilita Bugiwati Sebagai Pembimbing Anggota.

Keragaman genetik merupakan unsur penting dalam peningkatan kualitas dan kuantitas populasi ternak. Semakin beragam genetik suatu populasi maka keberlangsungan hidup suatu populasi akan semakin tinggi dan proses seleksi yang dilakukan akan memperoleh hasil yang baik. Salah satu jalan untuk mengetahui keragaman genetik suatu populasi adalah dengan menggunakan analisis *Polymerase Chain Reaction - Random Amplified Polymorphic DNA* (PCR-RAPD). Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat kondisi keragaman genetik sapi Bali di Kabupaten Bone dengan menganalisis DNANYA, menggunakan teknik *Polymerase Chain Reaction - Random Amplified Polymorphic DNA* (PCR-RAPD).

Penelitian ini menggunakan 3 jenis primer RAPD yaitu primer 8, 17 dan 18 (SBS Genetech) serta 20 sampel darah sapi Bali dari Kabupaten Bone Kecamatan Cina. Produk PCR yang dihasilkan dianalisis secara kualitatif dengan mengamati pola pita hasil dokumentasi dan kuantitatif dengan menggunakan rumus *Band Sharing Frecuensed* (BSF).

Dari hasil analisis kualitatif dan kuantitatif diperoleh nilai persentase pita polimorfik dan rata-rata nilai BSF yang terbentuk masing-masing primer adalah : pada primer 8 adalah 83,33% vs 0,741 ; primer 17 adalah 92,86% vs 0,659 ; primer 18 adalah 100% vs 0,706.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sampel darah sapi Bali di Kabupaten Bone masih memiliki keragaman yang cukup tinggi namun memiliki kesamaan genetik antar individu dalam populasi relatif kecil sehingga penurunan fenotipe yang terjadi masih dapat diperbaiki.

RINGKASAN

Abdul Kadir. Studi Keragaman Genetik Sapi Bali di Kabupaten Bone Menggunakan Analisis *Polymerase Chain Reaction - Random Amplified Polymorphic DNA* (PCR-RAPD). Di bawah bimbingan Sudirman Baco sebagai pembimbing utama dan Rr. Sri Rachma Aprilita Bugiwati sebagai pembimbing anggota.

Keragaman genetik merupakan unsur penting dalam peningkatan kualitas dan kuantitas populasi ternak, semakin beragam genetik suatu populasi maka keberlangsungan hidup suatu populasi akan semakin tinggi dan proses seleksi yang dilakukan akan memperoleh hasil yang baik. Salah satu jalan untuk mengetahui keragaman genetik suatu populasi adalah dengan menggunakan analisis *Polymerase Chain Reaction - Random Amplified Polymorphic DNA* (PCR-RAPD).

Penelitian ini bertujuan untuk melihat seberapa besar keragaman genetik sapi Bali di wilayah kabupaten Bone dengan menganalisis DNA nya menggunakan teknik *Polymerase Chain Reaction - Random Amplified Polymorphic DNA* (PCR-RAPD). Kegunaan penelitian ini untuk mengetahui kondisi keragaman genetik populasi sapi Bali di kabupaten Bone dengan analisa DNA menggunakan teknik *Polymerase Chain Reaction - Random Amplified Polymorphic DNA* (PCR-RAPD) sehingga dapat dijadikan informasi bagi peneliti atau peternak untuk pengembangan sapi Bali di kabupaten Bone.

Penelitian dilakukan dari Desember 2007 sampai dengan Mei 2008. Tempat pengambilan sampel darah sapi Bali adalah di Kecamatan Cina Kabupaten Bone dan penganalisaan DNA dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Kedokteran Pusat Kegiatan Penelitian Universitas Hasanuddin, Makassar. Penelitian ini menggunakan 3 jenis primer

RAPD yaitu primer 8, 17 dan 18 (SBS Genetech) serta jumlah sampel 20 sampel darah sapi Bali. Produk PCR yang dihasilkan akan dianalisis secara kualitatif dengan mengamati pola pita hasil dokumentasi dan kuantitatif dengan menggunakan rumus BSF.

Hasil analisis kualitatif diperoleh nilai presentase pita polimorfik yang terbentuk pada primer 7 adalah 83,33% ; primer 17 adalah 92,86% dan primer 18 adalah 100%, dengan rata-rata keseluruhan 92,10%. Hasil analisis kuantitatif diperoleh nilai rata-rata perhitungan BSF pada primer 8 adalah 0,741, primer 17 adalah 0.659 dan primer 18 adalah 0.706, dengan rata-rata secara keseluruhan 0,702.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sapi Bali di Kabupaten Bone masih memiliki keragaman yang cukup tinggi dan memiliki kesamaan genetik pada antar individu dalam populasi relatif kecil, sehingga penurunan fenotipe yang terjadi masih dapat diperbaiki.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, hidayah dan nikmat-Nya sehingga karya ilmiah ini yang merupakan bagian dari persyaratan untuk penyelesaian studi berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak Desember 2007 ini ialah studi keragaman genetik sapi Bali di Kabupaten Bone dengan analisis PCR-RAPD. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan informasi tentang kondisi keragaman genetik sapi Bali di Kabupaten Bone sehingga berguna untuk perkembangan sapi Bali kedepannya.

Penelitian dan penulisan skripsi ini dapat diselesaikan setelah melalui berbagai proses yang melibatkan banyak pihak. Untuk itu dengan segala keikhlasan dan kerendahan hati penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

- ❖ Bapak Prof. Dr. Ir. Sudirman Baco, M.Sc. dan ibu Dr. Ir. Rr. Sri Rachma A.B., M.Sc. selaku pembimbing yang memberi bimbingan, bantuan, saran-saran, motivasi selama penelitian dan penulisan skripsi ini, serta kesempatan kepada penulis untuk ikut serta dalam penelitian ini.
- ❖ Pimpinan Fakultas Peternakan, pihak pimpinan jurusan Produksi Ternak beserta seluruh dosen dan staf jurusan Produksi Ternak Unhas atas segala bantuan, ilmu dan saran-sarannya selama penulis menjalani studi di Universitas Hasanuddin.
- ❖ Ayahanda Rachman Uddin dan ibunda Masdianah, kak Febi, kak Dewi, keluarga di Jl. Badak, yang selalu mendoakan, memberi perhatian, nasehat dan dukungannya kepada penulis guna menyelesaikan studinya.

- ❖ Saudaraku yang ku cintai karena Allah para team dakwah Mahalih Ujung Pandang yang membantu dan mensupport penulis selama studi dan penelitian.
- ❖ Teman – teman seperjuangan angkatan 2002, pihak laboratorium Bioteknologi PKP Unhas, "my Master" ka' Ulfa, serta pihak yang senantiasa memberikan bantuan dan semangat serta dukungan selama penulis studi, penelitian sampai menyusun skripsi.
- ❖ Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari karya ilmiah ini masih jauh dari kesempurnaan, namun penulis berharap semoga karya ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua dan diterima sebagai ibadah disisi Allah SWT.

Semoga Allah SWT memberkahi kita semua. Amin.

Penulis

Abdul Kadir

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
ABSTRACT	iv
ABSTRAK	v
RINGKASAN	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
PENDAHULUAN	1
TINJAUAN PUSTAKA	
Keragaman Genetik	4
Studi DNA	7
Metode <i>Polymerase Chain Reaction – Random Amplified Polymorphic DNA</i> (PCR-RAPD)	9
Potensi Genetik Sapi Bali	14
METODE PENELITIAN	
Waktu dan Tempat Penelitian	20
Materi Penelitian	20
Prosedur Penelitian	21
Parameter yang diukur	24
Analisa Data	24

HASIL DAN PEMBAHASAN	
Analisis Kualitatif.....	29
Analisis Kualitatif.....	31
KESIMPULAN DAN SARAN	35
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	39
RIWAYAT HIDUP	45

DAFTAR TABEL

No.	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Kisaran Umum Ukuran DNA	13
2.	Hasil Penganalisaan Total Pita Polimorfik Primer RAPD	29
3.	Nilai BSF Antar Individu pada Sampel Sapi Bali Kabupaten Bone pada Masing-Masing Primer	31



DAFTAR GAMBAR

No.	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Gambar Struktur Nukleotida dan Polinukleotida	7
2.	Gambar Skema Alur Penelitian	21
3.	Dokumentasi PCR-RAPD dengan Sampel DNA Sapi Bali di Kabupaten Bone Menggunakan Primer 8.....	27
4.	Dokumentasi PCR-RAPD dengan Sampel DNA Sapi Bali di Kabupaten Bone Menggunakan Primer 17	27
5.	Dokumentasi PCR-RAPD dengan Sampel DNA Sapi Bali di Kabupaten Bone Menggunakan Primer 18.....	28

DAFTAR LAMPIRAN

No.	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Kondisi Fenotifik Sampel Sapi Bali di Kabupaten Bone	39
2.	Gabungan Hasil Perhitungan Nilai BSF	40
3.	Perhitungan <i>Bands Sharing Frekuensed</i> (BSF) pada primer 8	42
4.	Perhitungan <i>Bands Sharing Frekuensed</i> (BSF) pada primer 17	43
5.	Perhitungan <i>Bands Sharing Frekuensed</i> (BSF) pada primer 18	44

PENDAHULUAN

Bidang peternakan di masa sekarang semakin mendapat perhatian dari masyarakat untuk dijadikan pilihan usaha, objek penelitian atau sekedar hobi yang semua ditujukan untuk pemenuhan kebutuhan manusia. Hal tersebut menuntut perkembangan yang pesat dari bidang peternakan baik dari segi ilmiah ataupun dari segi industri. Perkembangan yang diharapkan tentunya berujung pada perkembangan kualitas dan kuantitas ternak. Upaya peningkatan bidang peternakan dilakukan dengan berbagai macam perbaikan seperti bidang manajemen tatalaksana pemeliharaan, upaya pengendalian penyakit, perbaikan kualitas dan kuantitas pakan serta perbaikan kualitas ternak dari segi genetiknya.

Perbaikan kualitas genetik sapi Bali di Indonesia masih sangat kurang mendapat perhatian. Upaya akan hal tersebut masih terbatas menyilangkan sapi Bali dengan bangsa sapi lain yang unggul tanpa mempertahankan kemurnian dari bangsa ternak tersebut ditambah lagi dengan terus merosotnya performans sapi Bali. Berdasarkan data tahun 1989, rata-rata ukuran tinggi pundak sapi Bali jantan dewasa di Sulawesi Selatan adalah 122,3 cm (Pane, 1989) sedangkan pada tahun 2005, tinggi pundak sapi Bali jantan umur dua tahun di dua Kabupaten sentra pembibitan sapi Bali di Sulawesi Selatan menunjukkan penurunan yang sangat drastis yaitu 105,8 cm untuk Kabupaten Bone dan 104,8 cm untuk Kabupaten Barru (Rachma, Rahim dan Laiding, 2005). Hal ini menjadi suatu masalah yang serius bagi perkembangan sapi Bali khususnya di Sulawesi Selatan utamanya di Kabupaten Bone sebagai salah satu daerah

pelestarian dan pembibitan sapi Bali nasional. Usaha mempertahankan pelestarian bangsa sapi Bali murni dan merosotnya kualitas sapi Bali menjadi ironi yang bertentangan sehingga berakibat kurangnya bibit unggul murni yang menjadi kekayaan plasma nutfah nusantara.

Sifat yang nampak pada suatu individu ternak sangat ditentukan dari faktor genetik, faktor lingkungan serta interaksi antara faktor genetik dan lingkungan. Berdasarkan penurunan fenotipe sapi Bali di Kabupaten Bone tersebut maka diperlukan penelusuran lebih lanjut terkait apakah penurunan didasarkan karena menurunnya genetik sapi Bali atau karena faktor lingkungannya, sehingga dapat diketahui penyebab dan jalan penyelesaian dari penurunan fenotipe tersebut.

Kajian keragaman genetik secara prinsip bertujuan untuk mengkaji komposisi genetik individu dalam suatu populasi atau antar populasi. Dengan demikian maka kesamaan atau keragaman genetik antar individu dan antar populasi dapat diketahui. Semakin bervariasi komposisi genetik dalam suatu populasi hasil seleksi yang diperoleh akan semakin baik, dimana dengan kumpulan hasil seleksi yang diperoleh maka upaya peningkatan kualitas dan kuantitas ternak dapat ditingkatkan.

Salah satu teknik untuk menganalisis keragaman genetik antar individu dalam suatu populasi atau antar populasi adalah analisa *Deoxyribonucleic Acid* (DNA) dengan metode *Polymerase Chain Reaction* (PCR). Selain untuk menganalisis keragaman genetik, metode PCR juga bermanfaat untuk mendeteksi gen yang mengalami mutasi serta dapat menggandakan DNA secara cepat.



Studi keragaman genetik sapi Bali di Kabupaten Bone dengan analisa DNA menggunakan metode *Polymerase Chain Reaction-Random Amplified Polymorphic DNA* (PCR-RAPD) merupakan salah satu metode untuk menduga apakah keragaman genetik sapi Bali di kabupaten di Bone masih memiliki keragaman dalam struktur genetik populasinya. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi bagi permasalahan penurunan fenotipe sapi Bali di Kabupaten Bone dan bermanfaat bagi pengembangan sapi Bali di Kabupaten Bone.

TINJAUAN PUSTAKA

Keragaman Genetik

Jika mempelajari tentang populasi genetik, maka salah satu peristiwa yang menggugah perhatian ialah adanya ketidaksamaan yang membentuk nilai-nilai tertentu dari sekelompok ternak. Ahli-ahli genetika berpendapat bahwa variasi adalah bahan baku yang baik untuk tujuan perbaikan mutu. Semakin besar variasi makin besar kemungkinan dapatnya dilaksanakan perbaikan mutu secara keseluruhan. Variasi dapat terjadi pada sifat yang terlihat (fenotip) dan yang tidak terlihat (genotip). Masalah variasi dapat diatasi dengan jalan seleksi (Pane^b, 1993).

Populasi merupakan kelompok individu yang berasal dari satu spesies yang mendiami habitat tertentu. Interaksi dalam populasi terjadi secara acak, sehingga populasi menjadi relatif berkesinambungan atau biasa disebut dengan populasi tradisional (*panmictic population*). Namun kejadian di alam menunjukkan bahwa interaksi di dalam populasi tidak terjadi secara acak sehingga populasi dapat terbagi menjadi beberapa kelompok yang disebut sub-sub populasi. Interaksi yang tidak acak ini dapat dibuktikan dengan ditemukannya suatu fenomena ketidaksesuaian reproduksi (*reproductive incompatibility*), yaitu individu-individu yang berasal dari satu spesies tidak dapat melakukan kopulasi dan tidak menghasilkan keturunan. Dengan demikian, keragaman genetik individu-individu dalam satu spesies sangat menentukan struktur populasi. Keberadaan subpopulasi bagi pengendalian hayati di lapangan memberikan

implikasi yang besar (Bahagiawati, Damayanti, Nurindah, Rizjaani, Dwinita, Sahari, dan Sari, 2006).

Menurut Rachman (2004) hal yang lazim dilakukan untuk meningkatkan kualitas individu ternak adalah kawin silang dan seleksi yang ketat. Pada seleksi buatan, manusia menentukan ternak mana yang boleh berproduksi dimana ternak tersebut dipilih karena memiliki keunggulan. Seleksi akan meningkatkan frekuensi gen-gen yang diinginkan dan menurunkan frekuensi gen-gen yang tidak diinginkan. Dalam melakukan proses seleksi pada suatu populasi mutlak dibutuhkan variasi yang beragam agar diperoleh hasil seleksi yang maksimal.

Pada dasarnya keragaman fenotip (σ_P^2) yang merupakan keragaman yang dapat diamati disebabkan oleh karena adanya keragaman genetik (σ_G^2) dan keragaman lingkungan (σ_L^2). Sumber keragaman lainnya adalah keragaman yang timbul akibat interaksi antara faktor genetik dan faktor lingkungan (σ_{GL}^2). Keragaman genetik dapat disebabkan oleh gen-gen yang bersifat aditif (σ_A^2). Aksi gen yang tidak aditif ini bisa disebabkan oleh gen yang bersifat dominan (σ_D^2) dan aksi gen yang bersifat epistasis (σ_E^2). Jadi secara lengkap keragaman fenotipik dipengaruhi oleh keragaman gen yang bersifat aditif, keragaman gen bersifat dominan, gen bersifat keragaman interaksi genetik dan lingkungan, keragaman lingkungan dan keragaman epistasis. Keragaman lingkungan (σ_L^2) dapat disebabkan oleh faktor iklim, cuaca, makanan, sistem manajemen pemeliharaan dan lain-lain (Rachman, 2004).

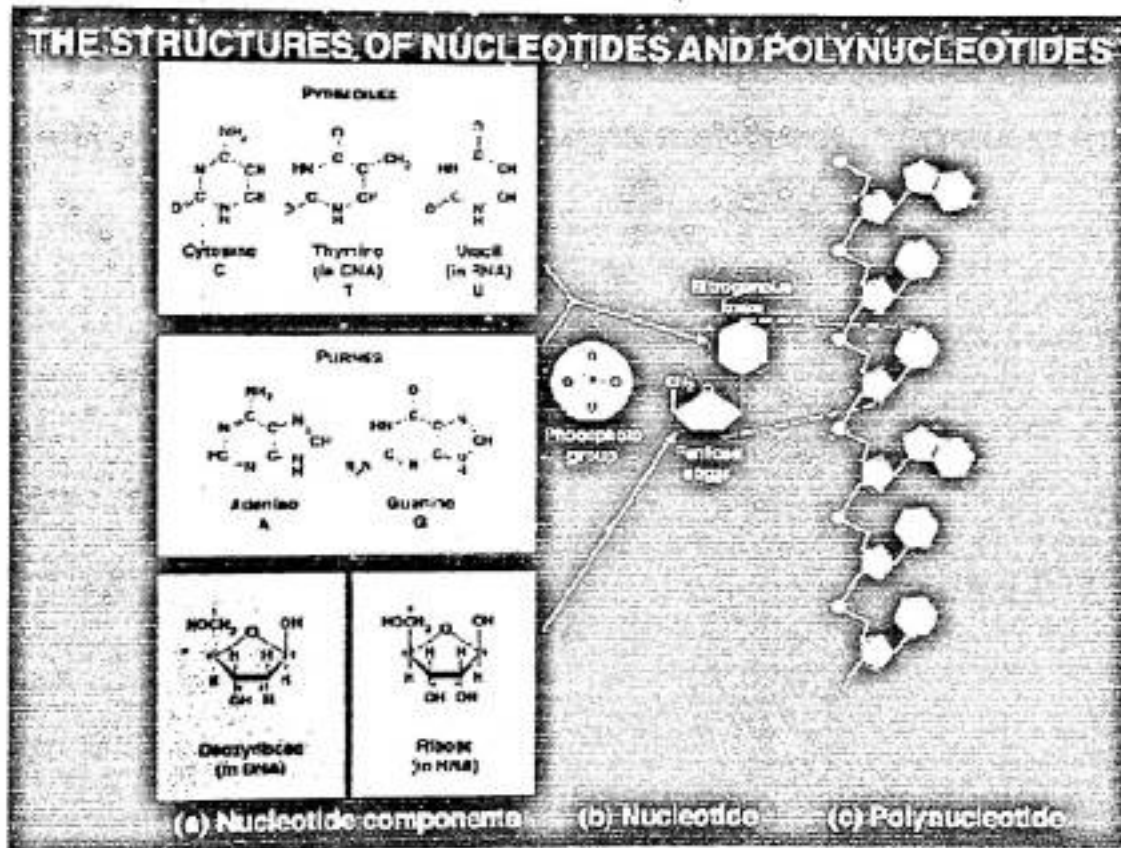
Keragaman genetik dianggap penting karena sumberdaya genetik merupakan kunci penting bagi suatu species untuk dapat bertahan hidup sampai generasi yang

akan datang. Krisis biodiversity atau keragaman hayati dimulai dari semakin menurunnya tingkat keragaman genetik suatu species. Lebih jelasnya keragaman genetik penting karena faktor inilah mempengaruhi respon suatu populasi terhadap seleksi, baik seleksi alam maupun buatan yang dilakukan oleh manusia untuk mengeksploitasi sumber daya hayati tersebut sesuai dengan kebutuhannya. Populasi dengan keragaman genetik yang tinggi memiliki peluang hidup yang lebih baik. Hal ini disebabkan karena setiap gen atau kombinasi gen memiliki respon yang berbeda-beda terhadap kondisi lingkungan. Semakin beragam sumberdaya genetik, akan semakin tahan populasi tersebut untuk hidup dalam jangka yang lama, serta semakin tinggi daya adaptasi populasi terhadap perubahan lingkungan semakin besar. Keragaman genetik juga merupakan kunci penting dalam memelihara keberlanjutan dan meningkatkan produktivitas dari suatu species (Soewardi. 2007).

Faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan struktur genetik populasi antara lain ; faktor yang menyebabkan penambahan gen atau meningkatkan keragaman genetik antara lain faktor mutasi dan imigrasi. Sedangkan faktor-faktor yang menurunkan keragaman genetik antara lain seleksi alami dan penghanyutan genetik (*genetik drift*) (Soewardi. 2007).

Studi DNA

Unit terkecil bahan sifat keturunan ialah gen. Besar gen sekitar 4-50 μ . Istilah gen ditemukan oleh W. Johannsen tahun 1909 sebagai pengganti istilah determinan faktor atau elemen yang disebut oleh Gregor Mendel. Gen terdiri dari *Deoxyribonucleid Acid* (DNA) diselaputi dan diikat oleh protein. Jadi secara kimia dapat disebut bahwa unit bahan genetik ialah DNA (Yatim, 1994).



Gambar 1. Struktur Nukleotida dan Polinukleotida.

Pada organisme tingkat tinggi seperti manusia, hewan dan tumbuhan, DNA terdapat di dalam inti sel (nukleolus) dan di beberapa organ lain di dalam sel seperti mitokondria dan kloroplast. Penyebutan nama DNA juga didasarkan pada lokasi asalnya, seperti : DNA inti (nuclear DNA) berasal dari inti sel, mitochondrial DNA

berasal dari atau penyusun mitokondria. Mengingat sel terdapat pada semua bagian tubuh organisme tingkat tinggi, mulai dari ujung rambut hingga ujung kaki, DNA dapat diperoleh dari semua anggota bagian tubuh (Muladno^b, 2001).

Gen disusun oleh suatu substansi yang disebut dengan *deoxyribonucleic acid* (DNA). Substansi DNA terdiri dari dua untaian panjang terpilin yang membentuk untaian double helix (seperti tangga berpilin). DNA disusun oleh ribuan unit nukleotida. Setiap nukleotida disusun oleh basa nitrogen, gula deoksiribosa (*deoxyribose*) dan asam fosfat. Antar nukleotida dihubungkan oleh ikatan kimia antara gula dan fosfat. Kedua untaian DNA dihubungkan oleh ikatan lemah hidrogen (Rachman, 2004). Menurut Muladno^b (2001), satu rangkaian nukleotida merupakan susunan dari banyak nukleotida yang diikatkan satu sama lain oleh ikatan phosphodiester, sedangkan kedua rangkaian nukleotida tersebut direkatkan oleh ikatan hidrogen. Gula *deoxyribose* dan asam fosfat terdapat di semua nukleotida dengan susunan dan bentuk yang identik, sedangkan komponen ketiga (basa nitrogen) mempunyai susunan dan bentuk yang berbeda di dalam satu nukleotida dengan nukleotida yang lainnya. Namun demikian, hanya terdapat empat macam basa nitrogen penyusun setiap nukleotida. Berdasarkan bentuk molekulnya, basa nitrogen dikelompokkan menjadi dua yaitu *Purin* dan *Pyrimidin*. Basa purin terdiri atas basa *Adenin* dan *Guanin*, sedangkan basa pyrimidin terdiri atas basa *Cytosin* dan *Thymin*. Karena yang membedakan antara satu nukleotida dan nukleotida lainnya hanya basa nitrogennya maka penyebutan nukleotida didasarkan pada jenis basanya dan biasanya disingkat dengan huruf A untuk nukleotida pembawa basa adenin, C untuk nukleotida

pembawa basa Cytosin, G untuk nukleotida pembawa basa Guanin dan T untuk nukleotida pembawa Thymin. Dalam hal RNA, thymin digantikan dengan Urasil (U) (Muladno^b, 2001).

Metode *Polymerase Chain Reaction - Random Amplified Polymorphic DNA (PCR-RAPD)*

Keaneka ragaman genetik suatu populasi ternak dapat diamati pada tingkat protein (isoenzim) dan tingkat DNA. Analisis isoenzim pada prinsipnya merupakan teknologi pengkajian keragaman berdasarkan variasi asam amino pada protein yang mengandung fungsi katalitik yang sama. Analisis isoenzimatik pada akhirnya bertujuan untuk mendeteksi keragaman rantai DNA yang mengkode pembentukan protein tersebut. Kesamaan genetik dapat diketahui berdasarkan nilai *Band Sharing Frequency* (BSF). Metode yang sering dipakai adalah berbasis *Polymerase Chain Reaction-Random Amplified Polymorphic DNA (PCR-RAPD)*. Keragaman genetik dapat juga diketahui berdasarkan pola *band sharing* hasil amplifikasi DNA menggunakan PCR-RAPD, nilai BSF yang rendah menunjukkan keragaman genetik yang besar dan kesamaan genetik yang kecil (Maharani, 2004).

PCR adalah suatu metode *in vitro* untuk menghasilkan sejumlah besar fragmen DNA spesifik dengan panjang dan sekuens yang telah ditentukan dari sejumlah kecil *template kompleks*. Teknik DNA rekombinan telah memberikan perubahan yang revolusioner dalam ilmu genetika karena memungkinkan dilakukannya isolasi dan karakterisasi gen-gen, mempelajari secara rinci fungsi dan ekspresi selama proses perkembangan terjadi sebagai suatu respon terhadap faktor lingkungan (Nasir, 2002).

PCR merupakan teknik melipat gandakan jumlah molekul DNA pada bagian tertentu yang ukuran panjangnya ditentukan oleh posisi sepasang primer yang mengapitnya. Pelipat gandaan jumlah molekul tersebut dilakukan secara invitro dengan bantuan enzim polimerase. Beberapa komponen penting yang dibutuhkan dalam proses perbanyak jumlah molekul DNA adalah sepasang primer (oligonukleotida berukuran antara 18 s/d 30 basa yang berkompiemen dengan rangkaian basa tertentu dari DNA target) dan dNTP (sumber nukleotida) (Muladno^b, 2001).

PCR didasarkan pada amplifikasi enzimatik fragmen DNA dengan menggunakan dua oligonukleotida primer yang komplementer dengan ujung 5' dari untaian sekuens target. Oligonukleotida ini digunakan sebagai primer (primer PCR) untuk memungkinkan DNA *templete* dikopi oleh DNA polimerase. Untuk mendukung terjadinya *annealing* primer ini pada template pertama kali diperlukan untuk memisahkan untaian DNA substrat melalui pemanasan suhu reaksi yang selanjutnya diturunkan untuk membiarkan terjadinya perpasangan sekuens dan akhirnya reaksi polimerasi dilakukan oleh DNA polimerase untuk membentuk untaian komplementer, proses ini dikenal dengan siklus PCR (Nasir, 2002).

Adanya molekul DNA dapat divisualisasikan melalui proses pewarnaan atau pelabelan terhadap molekul tersebut. Bahan kimia yang digunakan untuk pewarna adalah *ethidium bromida*. Molekul DNA yang telah diwarnai akan terlihat di bawah sinar ultra violet (Muladno^a, 2001).



Pemanfaatan PCR telah mempermudah kajian genetik pada tumbuhan dan hewan. Analisis taksonomi dan evolusi dengan PCR telah memberikan manfaat pada tumbuhan dan hewan dalam sidik jari DNA, analisis forensik, pemetaan genetik dan studi filogenetik. Salah satu variasi PCR adalah amplifikasi acak DNA polimorfis (*Random Amplified Polymorphic DNA*) yang menghasilkan sidik jari dengan oligonukleotida primer sintetik tunggal. RAPD biasanya penanda (marker) dominan dan diwariskan dengan cara mendel sederhana (Hamid, 2001).

RAPD merupakan suatu metode yang banyak digunakan untuk karakteristik genetika populasi, studi evolusi, identifikasi strain, analisis *inbreeding*, serta studi keragaman dan kesamaan genetik. Metode RAPD menggunakan oligonukleotida pendek yang dinyatakan sebagai primer. Selanjutnya tempat perlekatan primer adalah urutan nukleotida yang dapat dikenal oleh suatu primer. Primer yang digunakan untuk RAPD tidak dirancang untuk mengamplifikasi urutan DNA target yang spesifik sehingga lokus yang diamplifikasi sekitar 0-30 macam produk amplifikasi. Keuntungan teknik RAPD adalah mampu menganalisis variasi genom suatu spesies dengan cepat dan efisien. Teknik ini mampu menyelesaikan tahapan kerja dari ekstraksi DNA sampai dokumentasi dalam waktu lebih kurang 24 jam (Maharani, 2004).

Teknik RAPD ini didasarkan pada penggunaan primer sekuens nukleotida yang berubah-ubah untuk mengamplifikasi segmen genomik DNA acak melalui pemanfaatan PCR sehingga menunjukkan polimorfisme. Primer untuk analisis RAPD mengandung panjang 9-10 basa. Polimorfisme yang teramati dengan menggunakan

RAPD diyakini karena adanya perubahan basa tunggal yang mencegah perpasangan primer dengan sekuens target, delesi sisi utama, delesi atau insersi yang memodifikasi ukuran dari DNA yang diamplifikasi atau insersi yang mengubah sisi utama begitu jauh untuk mendukung amplifikasi. Salah satu keuntungan utama metode ini adalah set oligonukleotida yang sama dapat digunakan untuk berbagai spesies atau organisme, polimorfisme potensial yang dapat terdeteksi dengan penandaan RAPD juga telah diestimasi menjadi jauh lebih tinggi dibandingkan dengan RFLP sehingga memungkinkan pendeteksian polimorfisme dalam daerah yang mengandung sekuens yang berulang. Keuntungan utama kedua adalah setelah 2-4 jam amplifikasi, polimorfisme ini dapat diamati secara langsung dengan agarosa normal gel elektroforesis, yang menghindari penggunaan teknik hibridisasi yang banyak membutuhkan tenaga dan biaya dengan menggunakan probe yang diberi label radioaktif (Nasir, 2002).

Menurut Nandariah, Soemartono, Artama dan Taryono (2004) bahwa jumlah fragmen DNA polimorfis dalam analisis keragaman genetika sangat menentukan dalam penentuan tingkat keragaman suatu populasi. Perbedaan jumlah dan polimorfisme pita DNA yang dihasilkan oleh setiap primer menggambarkan kekompleksan dari genom yang diamati

Hasil berbagai manipulasi DNA dan analisis DNA dapat dimonitor melalui proses elektroforesis. Komponen bahan kimia terpenting yang digunakan dalam proses tersebut adalah gel. Pada prinsipnya DNA dapat bermigrasi di dalam gel dalam bentuk padat yang diletakkan dalam larutan penyanggah yang dialiri arus listrik. Sedikitnya

ada dua jenis gel yang sering digunakan untuk proses elektroforesis selama ini yaitu gel agarose dan gel polyacrilamida. Secara fisik agarose tampak seperti bubuk putih yang sangat halus, agarose yang dijual secara komersil terkontaminasi dengan polysacarida, garam dan protein. Banyak sedikitnya kontaminasi di dalam gel dapat mempengaruhi migrasi DNA di dalam gel dan kemampuan mengambil DNA. Kecepatan migrasi DNA ditentukan oleh beberapa faktor di antaranya :

- Ukuran molekul DNA, migrasi molekul DNA berukuran besar lebih lambat daripada migrasi molekul berukuran kecil.
- Konsentrasi agarose, migrasi molekul DNA pada gel berkonsentrasi rendah lebih cepat daripada migrasi molekul DNA yang sama pada gel berkonsentrasi tinggi, oleh karena itu penentuan konsentrasi agarose dalam membuat gel harus memperhatikan ukuran molekul DNA yang akan dianalisis.

Tabel 1. Kisaran Umum Ukuran DNA

Jumlah agarose dalam gel (%)	Kisaran ukuran DNA yang dianalisis (kb)
0.3	5 – 60
0.6	1 – 20
0.7	0.8 – 10
0.9	0.5 – 7
1.2	0.4 – 6
1.5	0.2 – 3
2.0	0.1 - 2

Kisaran umum ukuran DNA dengan jumlah persentase gel agarose yang sering digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

- Faktor-faktor lain seperti konformasi DNA, voltase yang digunakan, adanya *ethidium bromide* di dalam gel, komposisi larutan buffer (Muladno², 2001).

Potensi Genetik Sapi Bali:

Sapi Bali merupakan sapi asli Indonesia yang cukup penting karena terdapat dalam jumlah cukup besar dengan wilayah penyebarannya yang luas di Indonesia. Beberapa kelebihan yang dimiliki sapi Bali terutama kemampuan adaptasinya dalam lingkungan dengan ketersediaan pakan berkualitas rendah dan fertilitasnya yang sangat baik. Kebijakan pemerintah untuk menetapkan propinsi Bali sebagai daerah yang diproteksi bagi masuknya sapi bangsa lain untuk pelestarian sapi Bali sangat beralasan mengingat Indonesia merupakan pusat gen sapi Bali dan tempat pertama kali domestikasi sapi tersebut (Handiwirawan dan Subandriyo, 2004).

Sapi Bali (*Bibos sondaicus*) yang ada saat ini diduga berasal dari hasil domestikasi banteng liar (*Bibos banteng*). Proses domestikasi sapi Bali terjadi sebelum 3.500 SM di Indonesia atau Indochina. Banteng liar saat ini bisa ditemukan di pulau Jawa bagian Barat (Ujung kulon) dan bagian Timur (Ujung wetan), Taman Nasional Bali Barat, di Pulau Kalimantan, serta ditemukan juga di Malaysia (Payne dan Rollinson, 1973). Adanya banteng liar ini memberikan peluang untuk perbaikan mutu sapi Bali atau untuk persilangan dengan jenis sapi lain. Masih terdapat perbedaan pendapat mengenai tempat dimulainya domestikasi sapi Bali Meijer (1962) dalam Handiwirawan dan Subandriyo (2004) berpendapat bahwa proses domestikasi terjadi di Jawa, namun Payne dan Rollinson (1973) menduga asal mula sapi Bali adalah dari



Pulau Bali mengingat tempat ini merupakan pusat distribusi sapi Bali di Indonesia. Nozawa (1979) dalam Handiwirawan dan Subandrio (2004) menduga gen asli sapi Bali berasal dari Pulau Bali yang kemudian menyebar luas ke daerah Asia Tenggara, dengan kata lain bahwa pusat gen sapi Bali adalah di Pulau Bali. Penyebaran sapi Bali di Indonesia dimulai pada tahun 1890 dengan adanya pengiriman ke Sulawesi, pengiriman selanjutnya dilakukan pada tahun 1920 dan 1927. Kemudian pada sekitar tahun 1947 dilakukan pengiriman besar-besaran sapi Bali oleh pemerintah Belanda ke Sulawesi Selatan yang langsung didistribusikan kepada petani (Pane^b, 1993). Sejak saat itu, populasi sapi Bali berkembang dengan cepat sehingga sampai saat ini Propinsi Sulawesi Selatan menjadi propinsi yang memiliki sapi Bali dengan jumlah terbesar di Indonesia.

Sapi Bali betina dewasa mempunyai bobot badan antara 224-300 kg dengan tinggi sekitar 1,05-1,14 m, sementara itu sapi Bali jantan dewasa mempunyai bobot badan antara 337-494 kg dengan tinggi badan sekitar 1,22-1,30 m (Pane^b, 1993). Hardjosubroto (1994) menyatakan bahwa bobot sapi Bali betina terbaik pada pameran ternak tahun 1991 mencapai 300-489 kg dengan tinggi sekitar 1,21-1,27 m, sedangkan bobot badan sapi Bali jantan terbaik pada pameran ternak tahun 1991 mencapai 450-647 kg dengan tinggi sekitar 1,25-1,44 m.

Salah satu keunggulan sapi Bali adalah persentase karkas yang cukup tinggi yaitu berkisar antara 52-57,7% dimana lebih baik dibandingkan dengan sapi Ongole (51,9 %) dan sapi Madura (52,5 %) (Pane^a, 1989). Arka (1984) dalam Handiwirawan dan Subandrio (2004) menunjukkan bahwa kandungan lemak daging sapi Bali cukup

rendah dan tanpa marbling, yang merupakan salah satu keunggulan yang dimiliki sapi Bali dibandingkan sapi lain.

Sapi Bali mempunyai ciri-ciri fisik yang seragam, dan hanya mengalami perubahan kecil dibandingkan dengan leluhur liarnya (banteng). Warna sapi betina dan anak atau muda biasanya coklat muda dengan garis hitam tipis terdapat di sepanjang tengah punggung. Warna sapi jantan adalah coklat ketika muda tetapi kemudian warna ini berubah agak gelap pada umur 12 - 18 bulan sampai mendekati hitam pada saat dewasa, kecuali sapi jantan yang dikastrasi akan tetap berwarna coklat. Pada kedua jenis kelamin terdapat warna putih pada bagian belakang paha (pantat), bagian bawah (perut), keempat kaki bawah (*white stocking*) sampai di atas kuku, bagian dalam telinga, dan pada pinggiran bibir atas. Sapi Bali merupakan salah satu plasma nutfah nusantara yang berharga karena memiliki keunggulan berupa toleransi yang sangat tinggi terhadap manajemen yang minim, tahan terhadap penyakit dan daya reproduksi yang tinggi ditandai dengan angka konsepsi mencapai 85,9 % dan persentase beranak sekitar 70 - 81 % (Handiwirawan dan Subandrio, 2004).

Menurut Guntoro (2006). Pada sapi Bali biasa ditemui "penyimpangan" dari ciri-ciri sapi Bali pada umumnya, di beberapa tempat sering dijumpai sapi Bali yang warna bulunya tidak seperti warna sapi bulu normal, seperti :

- Sapi Bali Putih (Taro). Penamaan tersebut disebabkan sapi Bali yang berwarna tidak normal tersebut terdapat di sekitar Pura desa Taro kabupaten Gianyar, meski saat ini hanya ditemukan dalam jumlah yang relatif sedikit akan tetapi sifat tersebut akan menurun secara resesif. Sapi Taro memiliki kulit dan bulu putih disebabkan

karena tidak terdapatnya pigmen pada kulitnya, sedangkan bentuk tubuh dan perilakunya tidak berbeda dengan sapi Bali yang lain.

- Sapi Bali Injin (Melanism). Sapi Injin memiliki kekhususan sejak lahir hingga dewasa baik jantan maupun betina memiliki warna bulu kehitam-hitaman, sifat ini dapat menurun secara dominan. Sapi Bali normal dan sapi Bali Injin dapat dibedakan dengan cara mengamati bulu telinga bagian dalam dan kulit bibir bagian bawah, pada sapi injin jantan bulu telinga bagian dalam berwarna abu-abu dan kulit bibir bagian bawah kehitam-hitaman, sedangkan pada sapi bali jantan normal bibir atas dan bibir bawah berwarna putih.
- Sapi Bali Poleng. Sapi puleng memiliki warna bulu merah bata dan memiliki warna bercak-bercak pada bulu di beberapa bagian tubuhnya sehingga memberikan kesan puleng. Sifat puleng dapat menurun secara resesif, sapi jenis ini dapat di temukan di perkebunan kelapa daerah Surabaya-Tabanan.
- Sapi Bali Gading. Secara umum sapi gading tidak memiliki perbedaan dengan sapi bali normal, namun bila diamati secara cermat sapi gading akan terlihat warna kekuning-kuningan pada kulitnya terutama pada daerah moncongnya. Sifat ini dapat menurun ke generasi selanjutnya secara resesif.
- Sapi Bali Panjut, sapi Bali yang memiliki warna ekor putih.
- Sapi Bali lain yang memiliki ciri khas khusus yaitu sapi bali Cundang yaitu sapi Bali yang memiliki bulu putih di bagian mukanya, Sapi Bali Tul-tul yaitu sapi yang

memiliki kulit berwarna tutul, sapi Bali Abu-abu yaitu sapi Bali yang memiliki kulit berwarna agak keabu-abuan.

Upaya perbaikan mutu genetik sapi Bali saat ini dilakukan di wilayah peternakan murni (Propinsi Bali) melalui proyek pembibitan dan pengembangan (P3) sapi Bali. Melalui seleksi dan uji keturunan di proyek tersebut berhasil didapatkan sapi dengan nilai dugaan pemuliaan (*breeding value*) yang lebih baik. Pejantan elit yang dihasilkan melalui program tersebut diharapkan dapat memperbaiki sapi Bali secara keseluruhan melalui program IB. Perbaikan mutu genetik melalui persilangan dengan bangsa sapi *Bos taurus* dan *Bos indicus* yang terjadi di kantong-kantong sumber bibit mampu menghasilkan sapi hasil persilangan yang memiliki produktivitas cukup baik untuk final stock, di peternakan rakyat terdapat kecenderungan untuk terus meningkatkan komposisi genetik dengan memanfaatkan sapi *Bos taurus* melalui program IB (Handiwirawan dan Subandriyo, 2004).

Program pemuliaan khusus untuk sapi Bali telah ditetapkan dan dijalankan pemerintah. Pokok-pokok pemuliaan sapi Bali seperti dikemukakan Soehadji (1990) adalah meliputi : 1. Menjalankan peternakan murni sapi Bali di Pulau Bali, NTB, Pulau Timor dan beberapa daerah di Sulawesi Selatan sebagai sumber bibit sapi Bali secara nasional, 2. Melakukan uji performans dan uji zuriat di *breeding centre* Proyek Pembibitan dan Pengembangan Sapi Bali (P3 Bali) di daerah Pulkan, Bali, untuk memperoleh pejantan sapi Bali unggul yang digunakan untuk kawin alam atau produksi semen beku, 3. Membentuk populasi dasar sebagai sumber gen yang unggul dan membentuk kelompok sapi Bali betina unggul dan dipelihara di Pusat Pembibitan



Sapi Bali di Pulkuan, Bali dan Anamina, Dompus-Sumbawa, 4. Melakukan inseminasi buatan berskala nasional untuk mempercepat aliran gen yang unggul dari pejantan sapi Bali unggul. P3 Bali dilaksanakan sebagai upaya untuk memperbaiki mutu genetik sapi Bali di Propinsi Bali melalui seleksi, uji performans dan uji keturunan (*progeny test*). Dalam kegiatan ini, pejantan elit yang dihasilkan dari uji keturunan akan dipergunakan BIB untuk diambil semennya guna memperbaiki mutu genetik sapi Bali di seluruh Indonesia. Dari kegiatan ini terlihat bahwa performans produksi dan reproduksi sapi Bali di P3 Bali dilaporkan lebih baik dibandingkan sapi Bali yang terdapat di Propinsi Bali, NTB, NTT dan Sulawesi Selatan (Pane ², 1989).

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan dari bulan Desember 2007 sampai dengan Mei 2008. Tempat pengambilan sampel darah sapi Bali adalah di Kecamatan Cina Kabupaten Bone, penganalisaan DNA dengan pola PCR-RAPD dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Kedokteran Pusat Kegiatan Penelitian Universitas Hasanuddin, Makassar.

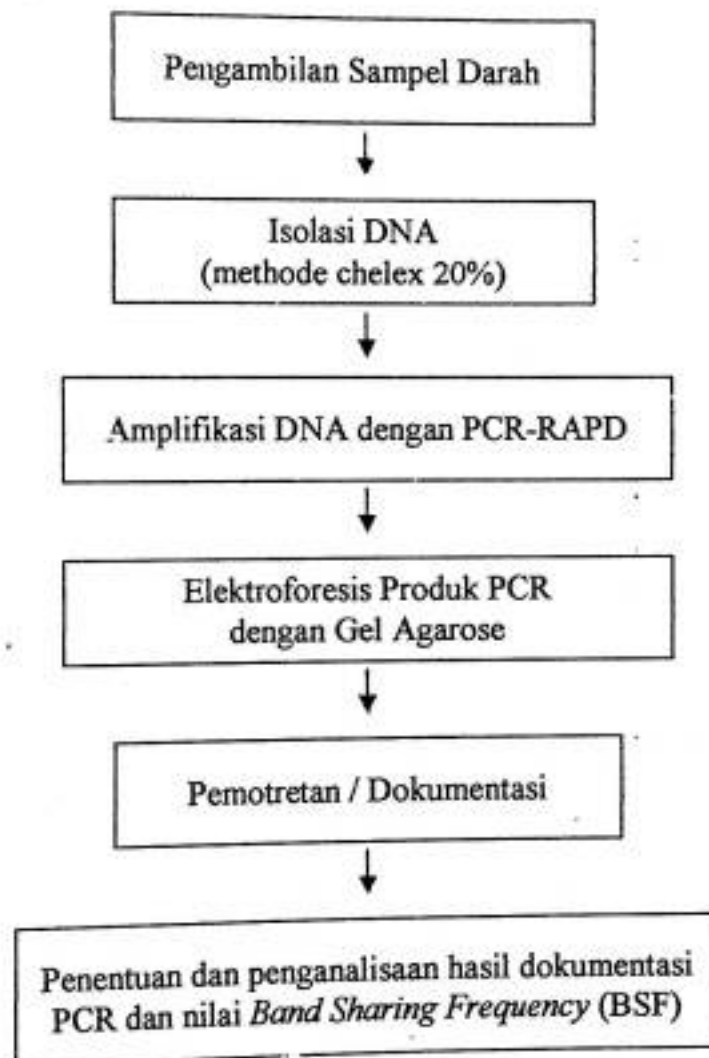
Materi Penelitian

Bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini meliputi bahan untuk beberapa tahapan proses, yaitu : 1). Pengambilan 20 sampel darah yang berasal dari 6 ekor sapi Bali jantan dan 14 ekor sapi Bali betina, EDTA, kapas, alkohol dan es batu/cool jell. 2). Isolasi DNA terdiri dari Phospat Buffer Soline (PBS) 1x, 20% chelex pH 10, *ddH₂O* pH 7, air panas, aquades steril. 3). Pendeteksian fragmen DNA terdiri dari : Tae buffer 1x, air destilasi, gel agarose, ethidium bromida, loading dye buffer. 4). Amplifikasi PCR-RAPD : Mix (Buffer PCR, d NTP, Tag polimerase, *Mg Cl₂*), Primer PCR-RAPD 8, 17 dan 18 (SBS Genetech), DNA, *ddH₂O*. 5). Elektroforesis Produk PCR dengan Gel Agarose terdiri dari : Tae buffer 1x, air destilasi, gel agarose, *ethidium bromida*, loading dye buffer, DNA marker.

Alat yang digunakan meliputi tabung conikal, tabung effendorf, vortex, sentrifuge, pipet mikro, mesin PCR, tabung reaksi, veno jet, termos es, freezer, mikro

tip, alat elektroforesis, perangkat UV light + kamera digital, microwave, kertas parafilm, UV transluminator, gelas ukur, erlenmeyer.

Prosedur Penelitian



Gambar 2. Skema Alur Penelitian.

Penjabaran dari urutan analisa DNA dengan metode PCR – RAPD adalah :

Pengambilan Sampel Darah

Sapi Bali disiapkan dan dikondisikan hingga tenang untuk diambil darahnya, kemudian veno jet yang steril, tabung reaksi berisi EDTA dan termos berisi es batu disiapkan. Pada daerah leher sapi dideteksi letak aliran darah (*vena jugularis*) lalu kapas yang beralkohol diusapkan pada daerah tersebut, seianjunya jarum veno jet ditusukkan dan ditarik ampulnya hingga veno jet berisi darah. Darah pada veno jet dipindahkan ke dalam tabung reaksi yang berisi EDTA, tutup rapat dan simpan dalam termos es.

Isolasi DNA (metode Chelex 20 %)

Tabung effendorf steril beserta raknya disiapkan, kemudian isi dengan darah sebanyak 200 µl dan larutan PBS 1x sebanyak 500 µl. Tabung effendorf disentrifuge dengan kecepatan 12.000 rpm selama 10 menit dalam suhu ruang ($\pm 20^{\circ}$ C) lalu larutan supernatannya di buang, ulangi langkah tersebut sebanyak tiga kali (sampai cairan berwarna putih). Tabung effendorf ditambahkan 50 µl larutan Chelex 20 % dan 150 µl ddH²O, aduk hingga tercampur. Larutan dalam tabung effendorf dipanaskan dalam air mendidih (100° – 110° C) selama 10 menit, berikutnya tabung effendorf di sentrifuge dengan kecepatan 12.000 rpm selama 10 menit dalam suhu ruang (20° C) lalu larutan supernatan dipindahkan ke tabung effendorf yang baru dan telah diberi label sesuai dengan kode sampel, berikutnya DNA siap untuk di proses PCR.

Amplifikasi DNA dengan PCR-RAPD

Tabung effendorf yang steril disiapkan kemudian racik campuran yang terdiri dari : primer 5,62 μ l, DNA 2,5 μ l, ddH₂O 13,57 μ l dan mix PCR yang telah tersedia dalam tabung effendorf sehingga jumlah total larutan sebanyak 25 μ l dalam satu tabung efendorf, ulangi campuran yang sama untuk masing-masing sampel DNA dengan kode yang berbeda, lalu tabung effendorf disusun pada rak tabung. Tabung effendorf yang tersusun pada rak dimasukkan ke mesin PCR, kemudian pada alat PCR disetting dengan pengaturan : Pra denaturasi dengan suhu 94,0° C (selama 3 menit), denaturasi dengan suhu 94,0° C (0,15 menit), annealing suhu 40,0° C (0,30 menit), ellongasi: suhu 72,0° C (1 menit), proses ini dilakukan sebanyak 42 putaran dengan tahap finishing 72,0° C (selama 5 menit).

Elektroforesis produk PCR dengan Gel Agarose 2%.

Labu erlenmeyer disiapkan kemudian diisi dengan 1,6 gr gel agarose dan 80 ml larutan 1X Buffer tae, aduk sampai merata. Labu erlenmeyer dipanaskan dalam microwave hingga mendidih dan larutan menjadi jernih, kemudian didinginkan hingga \pm bersuhu 60° C, selanjutnya *ethidium bromide* ditambahkan kedalam labu sebanyak 5 μ l, aduk hingga merata. Setelah itu larutan dalam labu erlenmeyer dituangkan ke dalam tray yang telah terpasang well-forming combs, diamkan hingga gel mengeras kemudian lepaskan well-forming combs secara perlahan. Loading dye buffer diletakkan di atas kertas parafilm sebanyak 2 μ l, kemudian pipet produk PCR sebanyak 5 μ l, campur di atas kertas parafilm, selanjutnya memipet campuran produk PCR dan *loading dye buffer* ke dalam sumur (well) sebanyak 7 μ l pada masing-masing sumur,

ulangi dengan produk PCR kode yang lain. Pada bagian sumur terkiri dimasukkan marker, lalu tutup alat elektroforesis dan hubungkan dengan arus listrik dengan tegangan 100 volt selama ± 30 menit.

Dokumentasi Produk PCR Hasil Elektroforesis

Produk PCR diamati dibawah UV Transluminator. Untuk dokumentasi produk PCR digunakan kamera digital yang telah terhubung dengan UV transluminator. Gambar yang telah terdokumentasi akan disimpannya dalam file komputer untuk selanjutnya dilakukan penganalisaan secara kualitatif dan kuantitatif

Parameter yang Diukur

Parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah pola sidik jari dari DNA hasil PCR-RAPD yang terdokumentasi dan nilai *Band Sharing Frequency* (BSF).

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis sebagai berikut :

Segmen DNA dianalisis secara kualitatif dan kuantitatif dengan mempergunakan formula :

$$B_{ab} = 2 b_{ab} / (b_a + b_b)$$

Keterangan :

B = Nilai BSF dalam populasi, yang merupakan rata-rata B_{ab} dari seluruh kemungkinan

pasangan antara individu-individu di dalam populasi

b_a dan b_b = Jumlah pita yang dijumpai pada individu a dan individu b

b_{ab} = Jumlah pita yang sama antara individu a dan b.

Sumber : Nei (1979).



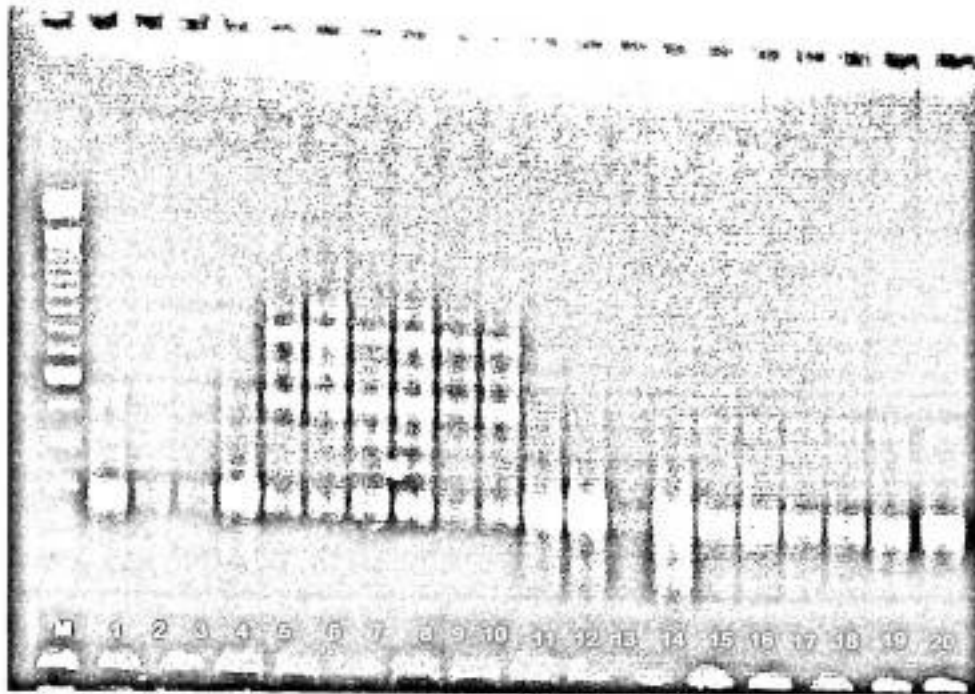
Penentuan pola pita RAPD sebagai polimorfik atau monomorfik berdasarkan Jorde (1995) dalam Irmawati (2003) yaitu pita dikategorikan polimorfik apabila persentase "tidak ada pita (2)" pada semua sampel contoh (10) lebih besar dari 1%. Apabila semua pita muncul atau monomorfik pada semua populasi di kategorikan sebagai *species spesifik-markers*, sedangkan apabila muncul pita tertentu pada suatu populasi tertentu di kategorikan sebagai "pita spesifik".

Selanjutnya keragaman genetik akan dianalisis secara deskriptif menurut Maharani (2004).

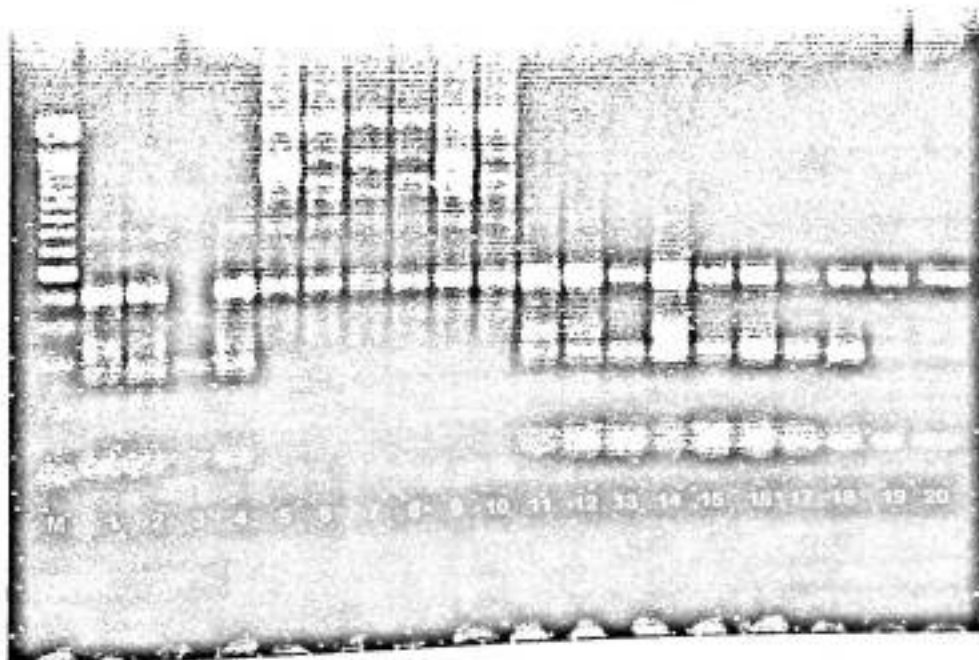
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam proses PCR-RAPD agar produk PCR dapat diamati, setelah melewati amplifikasi DNA akan dilanjutkan dengan proses elektroforesis dengan menggunakan gel agarose sebagai medianya. Dalam proses elektroforesis ini DNA akan terdorong dari kutub negatif menuju kutub positif dan dalam proses perjalanannya DNA akan meninggalkan jejak yang menandakan gen yang didapatkan oleh primer yang digunakan, sehingga hasil dari proses PCR-RAPD akan berupa pola sidik jari DNA yang didokumentasikan dengan jumlah dan berat molekul yang berbeda untuk masing-masing primer. Hal ini sesuai dengan pendapat Hamid (2001), yang menyatakan bahwa Analisis taksonomi dan evolusi dengan PCR telah memberikan manfaat pada tumbuhan dan hewan dalam sidik jari DNA, analisis forensik, pemetaan genetik dan studi filogenetik. Salah satu variasi PCR adalah amplifikasi acak DNA polimorfis (*Random Amplified Polymorphic DNA*) yang menghasilkan sidik jari dengan oligonukleotida primer sintetik tunggal.

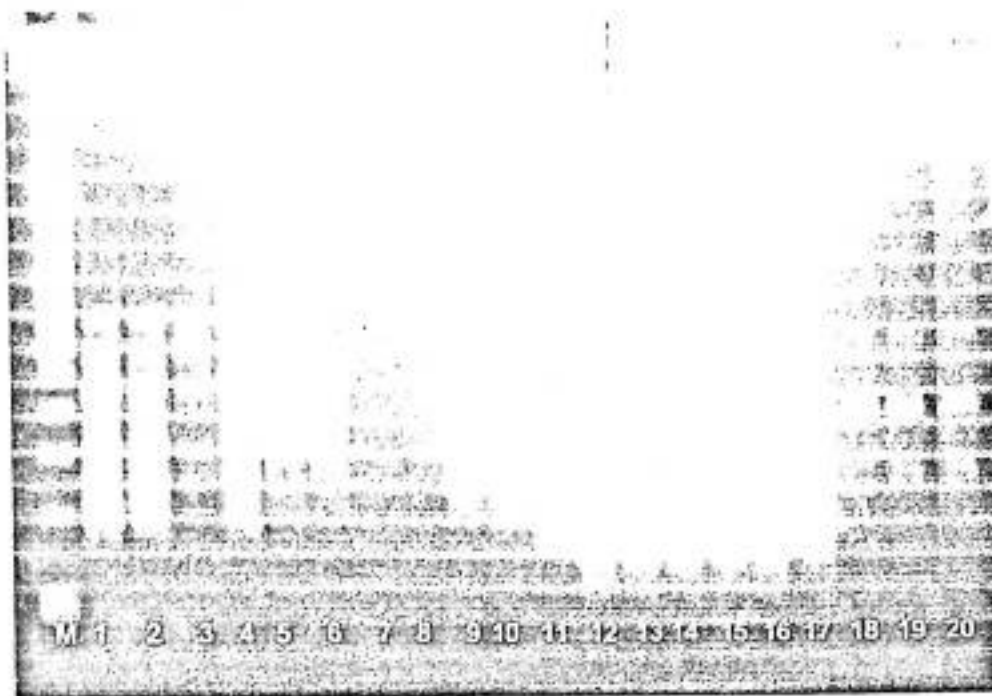
Dokumentasi PCR-RAPD menggunakan berbagai primer dengan sampel sapi Bali di Kabupaten Bone disajikan pada Gambar 3, 4 dan 5.



Gambar 3. Dokumentasi PCR-RAPD dengan Sampel DNA Sapi Bali di Kabupaten Bone Menggunakan Primer 8.



Gambar 4. Dokumentasi PCR-RAPD dengan Sampel DNA Sapi Bali di Kabupaten Bone Menggunakan Primer 17



Gambar 5. Dokumentasi PCR-RAPD dengan Sampel DNA Sapi Bali di Kabupaten Bone Menggunakan Primer 18.

Keterangan :

M = Marker

Sampel 1 berjenis kelamin jantan
 Sampel 2 berjenis kelamin jantan
 Sampel 3 berjenis kelamin jantan
 Sampel 4 berjenis kelamin jantan
 Sampel 5 berjenis kelamin jantan
 Sampel 6 berjenis kelamin jantan
 Sampel 7 berjenis kelamin betina
 Sampel 8 berjenis kelamin betina
 Sampel 9 berjenis kelamin betina
 Sampel 10 berjenis kelamin betina

Sampel 11 berjenis kelamin betina
 Sampel 12 berjenis kelamin betina
 Sampel 13 berjenis kelamin betina
 Sampel 14 berjenis kelamin betina
 Sampel 15 berjenis kelamin betina
 Sampel 16 berjenis kelamin betina
 Sampel 17 berjenis kelamin betina
 Sampel 18 berjenis kelamin betina
 Sampel 19 berjenis kelamin betina
 Sampel 20 berjenis kelamin betina

Analisis hasil dokumentasi PCR-RAPD dapat dilakukan dengan dua cara yang saling berkaitan satu sama lain, yaitu secara kualitatif dan secara kuantitatif. Terdapat beberapa hal yang harus diketahui guna membantu dalam pembahasan dari hasil PCR-RAPD yaitu pita Polimorfis yaitu pita dengan ukuran *basepaire* tertentu yang dengan pola tidak selalu muncul pada seluruh individu atau pita-pita yang khas, sedangkan pita

Monomorfis adalah pita yang memiliki ukuran *basepaire* tertentu dengan pola yang selalu muncul pada setiap individu.

Analisis Kualitatif

Analisa kualitatif dilakukan dengan menganalisis pita-pita yang unik, spesifik dan khas. Pita-pita dengan ukuran tertentu yang hanya dimiliki individu-individu anggota populasi tertentu merupakan pita spesifik. Pita-pita spesifik yang teramplifikasi diberi nilai 1, sedangkan pita yang tidak teramplifikasi diberi nilai 0.

Jumlah total pita dan pita polimorfis yang terbentuk dari hasil proses PCR-RAPD dari masing-masing primer dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Penganalisaan Total Pita Polimorfik Primer RAPD

No.	Primer	Urutan Basa (5'-3')	Total Pita	Pita Polimorfis	Ukuran (bp)*	% Pita Polimorfis
1	Primer 8	GAC TAA GCC C	11	8	150-1100	72,73 %
2	Primer 17	GAA ACG GGT G	13	12	125-2000	92,31 %
3	Primer 18	GTG ACG TAG G	15	11	150-1500	73,33 %
Total			39	31	-	79,49 %

Sumber : Data Hasil Penelitian (2008).

Ket : * bp = *basepaire* (Pasangan basa, satuan ukuran segmen DNA).

Berdasarkan Tabel 2 hampir seluruh pita yang terbentuk bersifat polimorfis. Dari 39 pita yang terbentuk 31 diantaranya merupakan pita polimorfis atau sekitar 79,49 % merupakan pita polimorfis. Berdasarkan pola sidik jari yang terbentuk dari hasil dokumentasi produk PCR-RAPD menunjukkan bahwa sampel sapi Bali di Kabupaten Bone memiliki keragaman yang cukup tinggi hal ini ditandai dengan

tingginya persentase jumlah pita yang bersifat polimorfis. Hal ini sesuai dengan pendapat Nandariah, dkk., (2004) bahwa jumlah fragmen DNA polimorfis dalam analisis keragaman genetica sangat menentukan dalam penentuan tingkat keragaman suatu populasi. Perbedaan jumlah dan polimorfisme pita DNA yang dihasilkan oleh setiap primer menggambarkan kekompleksan dari genom yang diamati.

Keragaman yang tinggi dapat menjadi bahan baku yang baik guna perbaikan fenotipe sapi Bali di Kabupaten Bone. Dengan tingginya keragaman genetik maka proses seleksi guna peningkatan fenotip ternak disuatu populasi dapat dengan baik dilakukan dan akan memperoleh hasil yang maksimal. Hal ini sesuai dengan pendapat Soewardi (2007) yang menyatakan bahwa keragaman genetik penting karena faktor inilah mempengaruhi respon suatu populasi terhadap seleksi, baik seleksi alam maupun buatan yang dilakukan oleh manusia untuk mengeksploitasi sumber daya hayati tersebut sesuai dengan kebutuhannya. Populasi dengan keragaman genetik yang tinggi memiliki peluang hidup yang lebih baik. Hal ini disebabkan karena setiap gen atau kombinasi gen memiliki respon yang berbeda-beda terhadap kondisi lingkungan. Keragaman genetik juga merupakan kunci penting dalam memelihara keberlanjutan dan meningkatkan produktivitas dari suatu species.

Tabel 2 menunjukkan bahwa persentase pita polimorfik tertinggi diperoleh primer 17 yaitu 92,31 %. Hal ini menandakan sensitifitas primer 17 (SBS Genetech) untuk menangkap pita polimorfik pada sampel sapi Bali cukup tinggi, sehingga dapat digunakan pada penelitian-penelitian PCR-RAPD dengan sampel sapi Bali. Pada hasil dokumentasi produk PCR-RAPD terdapat perbedaan antara penggunaan satu primer

dengan primer yang lain. Hal ini disebabkan masing-masing primer memiliki rangkaian rantai asam basa yang spesifik dan akan mencari pasangannya yang berada dalam DNA sampel yang dicampurkan. Hal ini sesuai dengan pendapat Maharani (2004) yang menyatakan bahwa metode RAPD menggunakan oligonukleotida pendek yang dinyatakan sebagai primer. Selanjutnya tempat perlekatan primer adalah urutan nukleotida yang dapat dikenal oleh suatu primer. Primer yang digunakan untuk RAPD tidak dirancang untuk mengamplifikasi urutan DNA target yang spesifik sehingga lokus yang di amplifikasi sekitar 0-30 macam produk amplifikasi.

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui bahwa pita-pita DNA yang diperoleh berada pada kisaran 125 – 2000 *bp*. Hasil ini sesuai dengan kisaran ukuran DNA yang dapat dianalisis menggunakan gel agarose 2 % yaitu berkisar 0,1 – 2,0 *kb* / 100 – 2000 *bp*. Hal ini sesuai dengan pendapat Muladno⁸ (2001) yang menyatakan bahwa kisaran umum ukuran DNA yang dapat dianalisis oleh gel agarose 2 % adalah 0,1 – 2,0 *kb*.


Analisis Kuantitatif

Analisis kuantitatif dilakukan dengan menghitung nilai *Band Sharing Frequency* (BSF) antar individu di dalam sampel sapi Bali di Kabupaten Bone. Pada Tabel 3 disajikan nilai BSF antar individu dalam populasi.

Tabel 3. Nilai BSF Antar Individu pada Sampel Sapi Bali Kabupaten Bone pada Masing-Masing Primer.

	Primer			Rata-rata
	8	17	18	
Nilai Rata-Rata BSF	0.741	0.659	0.662	0.687

Sumber : Data Hasil Penelitian (2008).



Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa rata-rata nilai BSF yang diperoleh 0,687 angka ini tergolong relatif tidak besar, kondisi ini mengindikasikan bahwa kesamaan genetik antar individu dalam populasi relatif kecil atau dengan kata lain keragaman genetiknya relatif besar. Hal ini sesuai dengan pendapat Maharani (2004) yang menyatakan bahwa keragaman genetik dapat diketahui berdasarkan *band sharing* hasil amplifikasi DNA menggunakan PCR-RAPD, nilai BSF yang rendah menunjukkan keragaman genetik yang besar dan kesamaan genetik yang kecil. Keragaman yang relatif besar dan kesamaan yang relatif kecil ini kemungkinan ditimbulkan karena adanya faktor introduksi genetik dari luar populasi sapi Bali di Kabupaten Bone. Hal ini sesuai dengan pendapat Soewardi (2007) yang menyatakan bahwa Faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan struktur genetik populasi antara lain ; faktor yang menyebabkan penambahan gen atau meningkatkan keragaman genetik antara lain faktor mutasi dan imigrasi. Sedangkan faktor-faktor yang menurunkan keragaman genetik antara lain seleksi alami dan penghanyutan genetik (*genetik drift*).

Keragaman genetik yang relatif tinggi ini dapat disebabkan karena dalam populasi sapi Bali di kabupaten Bone telah beberapa kali memasukkan sapi Bali yang berasal dari populasi luar kabupaten Bone dan pengeluaran sapi-sapi murni dari Kabupaten Bone ke luar Kabupaten Bone. Selain itu lalu lintas ternak antar daerah baik yang keluar dan masuk Kabupaten Bone tidak terkendali menambah kemungkinan telah masuknya varians genetik-genetik sapi Bali baru di luar populasi Kabupaten Bone. Berdasarkan Anonim (2005) jumlah pengeluaran ternak sapi dari Kabupaten

Bone pada tahun 2003 mencapai angka 10.811 ekor dan tahun 2004 meningkat menjadi 16.208 ekor, sedangkan frekuensi pemotongan ternak sapi di Kabupaten Bone pada tahun 2004 mencapai 4873 ekor dari populasi sapi Bali di Kabupaten Bone yang berjumlah 120.886 ekor. Hal ini menunjukkan tingginya frekuensi lalu lintas ternak sapi di Kabupaten Bone.

Pada sampel nomor 18, 19 dan 20 nilai BSF yang diperoleh mengindikasikan kedekatan genetik hal ini ditandai dengan diperolehnya nilai yang tinggi pada ketiga primer yaitu antara 0,923 – 1,000, akan tetapi fenotipe sapi-sapi tersebut memiliki perbedaan. Pada sapi nomor 19 kondisi tubuh relatif besar dan pada sapi nomor 18 dan 20 sapi relatif kecil. Hal ini diindikasikan karena perbedaan lingkungan dari ketiga sapi tersebut, sapi nomor 18 memperoleh lingkungan (faktor pakan, pemeliharaan) yang relatif baik dibandingkan dengan sapi nomor 18 dan 20, akan tetapi sapi nomor 18 dan 20 memiliki potensi genetik untuk kondisi tubuh besar dengan ditunjang lingkungan yang baik. Hal ini sesuai dengan pendapat Rachman (2004), bahwa pada dasarnya keragaman fenotip (σ_P^2) yang merupakan keragaman yang dapat diamati disebabkan oleh karena adanya keragaman genetik (σ_G^2) dan keragaman lingkungan (σ_L^2). Sumber keragaman lainnya adalah keragaman yang timbul akibat interaksi antara faktor genetik dan faktor lingkungan (σ_{GL}^2). Keragaman lingkungan (σ_L^2) dapat disebabkan oleh faktor iklim, cuaca, makanan, sistem manajemen pemeliharaan dan lain-lain.

Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa nilai BSF dari hasil penelitian dengan menggunakan tiga macam primer ini berada di kisaran 0,659 - 0,741. Hal ini

menunjukkan rendahnya kesamaan genetik antar individu dalam populasi sapi Bali di Kabupaten Bone. Kondisi ini memperlihatkan bahwa kedekatan genetik antar individu dalam populasi sapi Bali di Kabupaten Bone adalah rendah. Oleh karena struktur genetik populasi sapi Bali di Kabupaten Bone masihlah bervariasi, maka penurunan fenotip yang terjadi masih dapat diperbaiki, dengan melakukan program seleksi dan pembibitan yang baik serta berkesinambungan atau dengan memasukkan kembali varian asli sapi Bali yaitu banteng Jawa yang telah didomestikasi dan seleksi kedalam populasi yang ingin diperbaiki kondisinya dan dilakukan pembibitan yang terkendali dan terencana secara terus menerus. Hal ini sesuai dengan pendapat Pane (1993) yang menyatakan bahwa variasi adalah bahan baku yang baik untuk tujuan perbaikan mutu. Semakin besar variasinya makin besar pula kemungkinan dapatnya dilaksanakan perbaikan mutu secara keseluruhannya. Hal tersebut juga sesuai dengan pendapat Rahman (2004) bahwa hal yang lazim dilakukan untuk meningkatkan kualitas individu ternak adalah kawin silang dan seleksi yang ketat. Pada seleksi buatan, manusia menentukan ternak mana yang boleh berproduksi dimana ternak tersebut dipilih karena memiliki keunggulan. Seleksi akan meningkatkan frekuensi gen-gen yang diinginkan dan menurunkan frekuensi gen-gen yang tidak diinginkan. Dalam melakukan proses seleksi pada suatu populasi mutlak dibutuhkan variasi yang beragam agar diperoleh hasil seleksi yang maksimal.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Berdasarkan analisis kualitatif sampel sapi Bali di Kabupaten Bone memiliki keragaman yang cukup tinggi hal ini ditandai dengan tingginya persentase jumlah pita yang bersifat polimorfis yaitu 79,49 %.
- Berdasarkan analisis kuantitatif kondisi sampel sapi Bali di Kabupaten Bone memiliki kesamaan genetik antar individu dalam populasi relatif kecil, hal ini diketahui dari nilai rata-rata BSF yang relatif tidak besar yaitu 0,687.

Saran

- Untuk meningkatkan keakuratan penelitian sebaiknya dilakukan penelitian lebih jauh dengan cakupan areal pengambilan sampel yang lebih luas sehingga sampel dapat mewakili populasi sapi Bali di Kabupaten Bone.
- Untuk penelitian PCR-RAPD selanjutnya dengan sampel sapi Bali, sebaiknya menggunakan primer 17 (SBS Genetech), karena memiliki sensitifitas yang tinggi dengan sampel sapi Bali.
- Guna meningkatkan fenotipe dari sapi Bali di Kabupaten Bone dapat dilakukan dengan jalan perbaikan program pembibitan yang berjenjang, perkawinan yang berpola secara berkesinambungan yang diawali dengan proses seleksi yang ketat.



- Perlunya pengawasan lalu lintas sapi Bali di Kabupaten Bone agar struktur genetik populasi sapi Bali dapat dikontrol, pola perkawinan yang terprogram dan menghindari sekecil mungkin perkawinan *inbreeding* yang dekat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2005. Kabupaten Bone Dalam Angka 2004-2005. Badan Pusat Statistik Kabupaten Bone, Bone.
- Bahagiawati, B. Damayanti, Nurindah, H. Rizjaani, W.U. Dwinita, B. Sahari, dan A. Sari. 2006. Struktur Populasi *Trichogrammatoidea armigera*, Parasitoid Telur *Helicoverpa armigera*, Berdasarkan Analisis RAPD-PCR. <http://biogen.litbang.deptan.go.id/>. 6 Oktober 2007.
- Guntoro S. 2006. Membudidayakan Sapi Bali. Kanisius, Yogyakarta.
- Hamid, A. 2001. *Deoxyribo Nucleic Acid*; Keanekaragaman, Ekspresi, Rekayasa dan Efek Pemanfaatannya. Alfabeta Bandung, Bandung.
- Handiwirawan, E., dan Subandrio. 2004. Potensi dan Keragaman Sumber Daya Genetik Sapi Bali. *Wartazoa*. Vol. 14 : 45-53.
- Irmawati, 2003. Perubahan Keragaman Genetik Ikan Kerapu Tikus (*Cromileptes altivelis*) Generasi Pertama Pada Stok Hatchery. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Maharani, D. 2004. Kesamaan genetik dalam dan antar populasi puyuh lokal dan puyuh silangan berdasarkan analisis *Polymerase Chain Reaction-Random Amplified Polymorphic DNA* (PCR-RAPD). *Buletin Peternakan, Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta*. Vol 28 (4) : 23-29.
- Muladno^a, 2001. *Seputar Teknologi Rekayasa Genetika*. P.T. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- ^b, 2001. *Dasar-dasar Teknik DNA dan Beberapa Aplikasinya*, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Pusat Penelitian Biologi Bidang Zoologi, Jakarta.
- Nandariah, Soemartono, W.T. Artama dan Taryono. 2004. Keragaman Kultivar Salak (*Salacca Zalacca* (Gaertner)). *Agrosains* 6 (2): 75-79.
- Nasir M., 2002. *Bioteknologi Potensi dan Keberhasilannya di Bidang Pertanian*. PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Nei, M. 1979. *Mathematical Model for Studying Genetic Variation Interm of Restriction Endonucleases*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 76 : 5269-5273.

- Pane, I.^a, 1989. Pelaksanaan Perbaikan Mutu Genetik Sapi Bali. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- ^b, 1993. Pemuliaan Ternak Sapi. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Payne, W.J.A. and D.H.L. Rollinson. 1973. Bali Cattle. *World Anim. Rev.* 7: 13-21.
- Rachma A.B, L. Rahim dan Rahman A.L. 2005. Laporan Penelitian Hibah Bersaing XIII : Seleksi Pejantan Unggul Sapi Bali Melalui Pendugaan Sifat Karkas Dengan Menggunakan Alat Bantu Ultrasonografi. Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Rachman, N.R. 2004. Genetika Ternak. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Soehadji. 1990. Kebijakan Pemuliaan Ternak (*Breeding Policy*) Khususnya Sapi Bali Dalam Pembangunan Peternakan. Pros. Seminar Nasional Sapi Bali. Denpasar, 20-22 September 1990. Fakultas Peternakan Universitas Udayana, Denpasar.
- Soewardi, K. 2007. Pengelolaan Keragaman Genetik Sumberdaya Perikanan dan Kelautan. Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Yatim, W. 1994. Genetika Dasar. Tarsito, Bandung.

Lampiran 1. Kondisi Fenotifik Sampel Sapi Bali di Kabupaten Bone.

No. Sampel	Kondisi Fenotipe
1	Performan sapi Bali asli, kondisi tubuh sedang, jantan
2	Performan sapi Bali, Ekor putih, kaki hitam, tubuh kerdil, jantan
3	Performan sapi Bali asli, jantan
4	Performan sapi Bali asli, kondisi tubuh kerdil/tidak besar, jantan
5	Performan sapi Bali asli, kondisi tubuh kerdil/tidak besar, jantan
6	Performan sapi Bali asli, anak, jantan
7	Performan sapi Bali asli, dewasa, betina
8	Performan sapi Bali asli, dewasa, betina
9	Performan sapi Bali asli, dewasa, betina
10	Performan sapi Bali asli, induk, betina
11	Performan sapi Bali asli, induk, betina
12	Performan sapi Bali asli, anak, betina
13	Performan sapi Bali asli, induk, betina
14	Performan sapi Bali asli, anak, betina
15	Performan sapi Bali asli, kondisi tubuh kerdil, betina
16	Performan sapi Bali asli, kondisi tubuh kerdil, betina
17	Performan sapi Bali asli, kondisi tubuh kerdil, betina
18	Performan sapi Bali asli, kondisi tubuh kerdil, betina
19	Performan sapi Bali asli, kondisi tubuh besar, betina
20	Performan sapi Bali asli, kondisi tubuh kerdil, betina

Lampiran 2. Tabel Gabungan Hasil Perhitungan Nilai BSF.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Primer 8	0.857	0.769	1.000	0.600	0.471	0.588	0.588	0.667	0.778	0.875	0.824	0.667	0.750	0.800	0.800	0.750	0.857	0.667	0.667
	Primer 17	0.875	0.364	0.947	0.471	0.600	0.556	0.526	0.588	0.556	0.824	0.778	0.714	0.875	0.875	0.615	0.500	0.615	0.615	0.615
	Primer 18	1.000	0.875	0.941	0.706	0.667	0.000	0.000	0.700	0.700	0.824	0.842	0.778	0.737	0.778	0.842	1.000	0.800	0.800	0.800
2	Primer 8		0.909	0.857	0.706	0.500	0.667	0.800	0.615	0.875	0.857	0.800	0.800	0.857	0.923	0.923	0.857	1.000	0.769	0.769
	Primer 17		0.444	0.824	0.400	0.444	0.375	0.353	0.400	0.375	0.933	0.875	0.833	1.000	0.857	0.727	0.600	0.727	0.727	0.727
	Primer 18		0.875	0.941	0.706	0.667	0.000	0.000	0.700	0.700	0.941	0.947	1.000	0.947	1.000	0.947	1.000	0.800	0.800	0.800
3	Primer 8			0.769	0.625	0.667	0.714	0.714	0.667	0.667	0.769	0.714	0.889	0.769	0.667	0.667	0.769	0.909	0.833	0.833
	Primer 17			0.333	0.400	0.308	0.364	0.333	0.400	0.364	0.400	0.364	0.571	0.444	0.444	0.667	0.800	0.667	0.667	0.667
	Primer 18			0.933	0.933	0.875	0.000	0.000	0.778	0.778	0.933	0.824	0.875	0.824	0.875	0.824	0.875	0.923	0.923	0.923
4	Primer 8				0.632	0.444	0.588	0.588	0.533	0.667	0.625	0.706	0.667	0.750	0.667	0.667	0.750	0.857	0.800	0.800
	Primer 17				0.667	0.571	0.526	0.500	0.536	0.526	0.889	0.947	0.667	0.824	0.824	0.571	0.462	0.571	0.571	0.571
	Primer 18				0.750	0.706	0.000	0.000	0.632	0.632	1.000	0.889	0.941	0.889	0.941	0.889	0.941	0.857	0.857	0.857
5	Primer 8					0.952	0.900	0.900	0.778	0.952	0.737	0.700	0.533	0.632	0.556	0.556	0.632	0.588	0.556	0.556
	Primer 17					0.842	0.941	0.889	1.000	0.941	0.750	0.588	0.462	0.667	0.667	0.667	0.545	0.667	0.667	0.667
	Primer 18					0.941	0.000	0.000	0.842	0.842	0.750	0.778	0.824	0.778	0.824	0.778	0.824	0.857	0.857	0.857
6	Primer 8						0.947	0.947	0.824	1.000	0.667	0.632	0.571	0.444	0.471	0.471	0.444	0.500	0.471	0.471
	Primer 17						0.900	0.952	0.842	0.900	0.632	0.600	0.500	0.556	0.444	0.533	0.129	0.533	0.533	0.533
	Primer 18						0.000	0.000	0.900	0.900	0.706	0.737	0.778	0.737	0.778	0.737	0.778	0.800	0.800	0.800
7	Primer 8							1.000	0.875	0.947	0.588	0.556	0.615	0.588	0.625	0.625	0.588	0.667	0.625	0.625
	Primer 17							0.947	0.941	1.000	0.471	0.444	0.429	0.500	0.500	0.615	0.500	0.615	0.615	0.615
	Primer 18							0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8	Primer 8								0.875	0.947	0.588	0.556	0.615	0.588	0.625	0.625	0.588	0.667	0.625	0.625
	Primer 17								0.889	0.947	0.444	0.421	0.400	0.471	0.471	0.571	0.462	0.571	0.571	0.571
	Primer 18								0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.286
9	Primer 8									0.824	0.533	0.500	0.727	0.533	0.571	0.571	0.533	0.615	0.571	0.571
	Primer 17									0.941	0.625	0.471	0.462	0.533	0.533	0.667	0.545	0.667	0.667	0.667
	Primer 18									1.000	0.632	0.571	0.600	0.667	0.600	0.667	0.700	0.588	0.706	0.706
10	Primer 8										0.667	0.632	0.571	0.667	0.588	0.706	0.667	0.625	0.588	0.588
	Primer 17										0.588	0.556	0.429	0.500	0.500	0.615	0.500	0.615	0.615	0.615
	Primer 18										0.632	0.571	0.600	0.571	0.600	0.571	0.600	0.706	0.706	0.706
11	Primer 8											0.941	0.667	1.000	0.933	0.933	1.000	0.857	0.933	0.933
	Primer 17											0.941	0.769	0.933	0.933	0.667	0.545	0.667	0.667	0.667
	Primer 18											0.952	0.900	0.952	0.900	0.952	0.900	0.706	0.706	0.706



Lampiran 3. Perhitungan Bands Sharing Frekuensed (BSF) pada primer 8.

Pasangan Individu		b a	b b	b a + b b	b a b	2 b a b	$\frac{2 b a b}{b a + b b}$
a	b						
1	2	8	6	14	6	12	0.857
1	3	8	5	13	5	10	0.769
1	4	8	8	16	8	16	1,000
1	5	8	11	20	6	12	0.600
1	6	8	10	17	4	8	0.471
1	7	8	9	17	5	10	0.588
1	8	8	9	17	5	10	0.588
1	9	8	7	15	5	10	0.667
1	10	8	10	18	7	14	0.778
1	11	8	8	16	7	14	0.875
1	12	8	9	17	7	14	0.823
1	13	8	4	12	4	8	0.667
1	14	8	8	16	6	12	0.750
1	15	8	7	15	6	12	0.800
1	16	8	7	15	6	12	0.800
1	17	8	8	16	6	12	0.750
1	18	8	6	14	6	12	0.857
1	19	8	7	15	5	10	0.667
1	20	8	7	15	5	10	0.667
2	3	6	5	11	5	10	0.909
2	4	6	8	14	6	12	0.857
2	5	6	11	17	6	12	0.706
2	6	6	10	16	4	8	0.500
2	7	6	9	15	5	10	0.667
2	8	6	9	15	6	12	0.800
2	9	6	7	13	4	8	0.615
2	10	6	10	16	7	14	0.875
2	11	6	8	14	6	12	0.857
2	12	6	9	15	6	12	0.800
2	13	6	4	10	4	8	0.800
2	14	6	8	14	6	12	0.857
2	15	6	7	13	6	12	0.923

Lampiran 4. Perhitungan *Bands Sharing Frekuensed* pada Primer 17.

Pasangan Individu		b a	b b	h a + b b	b a b	2 b a b	$\frac{2 b a b}{b a + b b}$
a	b						
1	2	9	7	16	7	14	0.875
1	3	9	2	11	2	4	0.364
1	4	9	10	19	9	18	0.947
1	5	9	8	17	4	8	0.471
1	6	9	11	20	6	12	0.600
1	7	9	9	18	5	10	0.556
1	8	9	10	19	5	10	0.526
1	9	9	8	17	5	10	0.588
1	10	9	9	18	5	10	0.556
1	11	9	8	17	7	14	0.824
1	12	9	9	18	7	14	0.778
1	13	9	5	14	5	10	0.714
1	14	9	7	16	7	14	0.875
1	15	9	7	16	7	14	0.875
1	16	9	4	13	4	8	0.615
1	17	9	3	12	3	6	0.500
1	18	9	4	13	4	8	0.615
1	19	9	4	13	4	8	0.615
1	20	9	4	13	4	8	0.615
2	3	7	2	9	2	4	0.444
2	4	7	10	17	7	14	0.824
2	5	7	8	15	3	6	0.400
2	6	7	11	18	4	8	0.444
2	7	7	9	16	3	6	0.375
2	8	7	10	17	3	6	0.353
2	9	7	8	15	3	6	0.400
2	10	7	9	16	3	6	0.375

Lampiran 5. Perhitungan *Bands Sharing Frekuensed* pada Primer 18.

Pasangan Individu		b ab	2 b ab	b a	b b	b a + b b	2 b ab (ba + bb)
a	b						
1	2	9	18	9	9	18	1,000
1	3	7	14	9	7	16	0.875
1	4	8	16	9	8	17	0.941
1	5	6	12	9	8	17	0.706
1	6	6	12	9	9	18	0.667
1	7	0	2	9	0	10	0.000
1	8	0	2	9	0	10	0.000
1	9	7	14	9	11	20	0.700
1	10	7	14	9	11	20	0.700
1	11	7	14	9	8	17	0.823
1	12	8	16	9	10	19	0.842
1	13	7	14	9	9	18	0.778
1	14	7	14	9	10	19	0.737
1	15	7	14	9	9	18	0.778
1	16	8	16	9	10	19	0.842
1	17	9	18	9	9	18	1,000
1	18	6	12	9	6	15	0.800
1	19	6	12	9	6	15	0.800
1	20	6	12	9	6	15	0.800
2	3	7	14	9	7	16	0.875
2	4	8	16	9	8	17	0.941
2	5	6	12	9	8	17	0.706
2	6	6	12	9	9	18	0.667
2	7	0	2	9	0	10	0.000
2	8	0	2	9	0	10	0.000
2	9	7	14	9	11	20	0.700
2	10	7	14	9	11	20	0.700
2	11	8	16	9	8	17	0.941
2	12	9	18	9	10	19	0.947
2	13	9	18	9	9	18	1,000
2	14	9	18	9	10	19	0.947
2	15	9	18	9	9	18	1,000
2	16	9	18	9	10	19	0.947

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Jakarta pada tanggal 17 Februari 1985, pendidikan dasar diselesaikannya di Sekolah Dasar Cipondoh 8 Kota Tangerang pada tahun 1996, kemudian melanjutkan pendidikan menengah pertamanya di Madrasah Tsanawiyah Darunnajah Ulujami Jakarta yang diselesaikannya pada tahun 1999 dan menamatkan pendidikan menengah atasnya di Madrasah Aliyah Darunnajah Ulujami pada tahun 2002. Pada tahun yang sama putra bungsu dari pasangan Abdul Rachman Uddin dan Masdianah Yasin ini diterima di Universitas Hasanuddin melalui jalur Seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru (SPMB), penulis diterima di fakultas Peternakan dengan Jurusan Produksi Ternak Universitas Hasanuddin, Makassar.