



**PRODUKTIVITAS SAPI BALI DAN SILANGANNYA  
DENGAN SAPI SIMMENTAL PADA LINGKUNGAN  
DATARAN RENDAH DAN DATARAN TINGGI  
DI NUSA TENGGARA BARAT**

**DISERTASI**

**Untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Gelar Doktor**



Oleh

**L. WIRA PRIBADI**  
NIM. 117050100111013

**PROGRAM DOKTOR ILMU TERNAK  
MINAT PRODUKSI TERNAK**

**PROGRAM PASCASARJANA FAKULTAS PETERNAKAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2015**



# DISERTASI

**JUDUL : PRODUKTIVITAS SAPI BALI DAN SILANGANNYA DENGAN SAPI SIMMENTAL PADA DATARAN RENDAH DAN DATARAN TINGGI DI NUSA TENGGARA BARAT**

**NAMA : L. WIRA PRIBADI**

**N I M : 117050100111013**

Disetujui,

**Komisi Pembimbing**

**Prof. Dr.Sc.Agr. Ir. Suyadi, MS**

**K e t u a**

**Dr. Ir. Sucik Maylinda, MS**

**A n g g o t a**

**Dr. Ir. Moch. Nasich, MS**

**A n g g o t a**

Diketahui,

**Ketua Program Studi Ilmu Ternak  
Program Pascasarjana  
Fakultas Peternakan**

**Dekan Fakultas Peternakan  
Universitas Brawijaya**

**Prof. Dr. Ir. Siti Chuzaemi, MS  
NIP. 19530514 198002 2 001**

**Prof. Dr.Sc.Agr. Ir. Suyadi, MS  
NIP. 19620403 198701 1 001**

Seminar Hasil : 17 Desember 2014

Ujian Akhir : 06 Februari 2015

**IDENTITAS TIM PENGUJI**

**JUDUL DISERTASI** : **PRODUKTIVITAS SAPI BALI DAN SILANGANNYA DENGAN SAPI SIMMENTAL PADA LINGKUNGAN DATARAN RENDAH DAN DATARAN TINGGI DI NUSA TENGGARA BARAT**

**Nama** : **L. Wira Pribadi**

**NIM** : **117050100111013**

**Program Studi** : **Ilmu Ternak**

**Minat** : **Produksi Ternak**

**KOMISI PEMBIMBING**

**Ketua** : **Prof. Dr.Sc.Agr. Ir. Suyadi, MS**

**Anggota 1** : **Dr. Ir. Sucki Maylinda, MS**

**Anggota 2** : **Dr. Ir. Moch. Nasich, MS**

**TIM DOSEN PENGUJI**

**Dosen Penguji 1** : **Prof. Dr. Ir. Woro Busono, MS**

**Dosen Penguji 2** : **Dr. Ir. Gatot Ciptadi, DESS**

**Dosen Penguji 3** : **Dr. Ir. Hary Nugroho, MS**

**Dosen Penguji 4** : **Prof. Dr. Ir. Siti Chuzaemi, MS**

**Dosen Penguji 5** : **Prof. Dr. Ir. Seno Johari, M.Sc**

**TANGGAL UJIAN** : **06 Februari 2015**



## PERNYATAAN ORISINALITAS DISERTASI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan Saya, di dalam naskah DISERTASI ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah DISERTASI ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, Saya bersedia DISERTASI ini digugurkan dan gelar akademik yang telah Saya peroleh (DOKTOR) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Malang, 11 Februari 2015.

Mahasiswa,

Nama : L. Wira Pribadi  
NIM : 117050100111013  
PS : Ilmu Ternak  
PPS FAPET-UB



## RIWAYAT HIDUP

**L. Wira Pribadi**, lahir di Sengkol, Kabupaten Lombok Tengah, Provinsi Nusa Tenggara Barat, pada 19 Januari 1959. Anak ke 2 dari 7 bersaudara, dari ayah H. Lalu Wira Junep (almarhum) dan ibu Hj. Baiq Ningsih.

Pendidikan dasar diselesaikan tahun 1970 di SDN No.2 Kopang, kemudian menyelesaikan pendidikan tingkat menengah pertama tahun 1973 di SMPN Kopang, Lombok Tengah, dan pendidikan tingkat menengah atas diselesaikan tahun 1977 pada Sekolah Menengah Pembangunan Persiapan Negeri (SMPPN) Mataram –sekarang bernama SMAN-2 Mataram- Jurusan Ilmu Pasti dan Pengetahuan Alam (Paspal). Tahun 1978 melanjutkan pendidikan pada Fakultas Peternakan Universitas Mataram, Mataram, memperoleh gelar Sarjana Muda (B.Sc) tahun 1981 dan gelar Sarjana (Ir.) pada 1984. Tahun 1993-1995 mengikuti pendidikan pascasarjana (S2) Ilmu Kimia pada Program Pascasarjana Universitas Gajah Mada Yogyakarta, kemudian tahun 1997-1999 menempuh pendidikan S2 Ilmu Ternak pada Program Pascasarjana Universitas Padjadjaran, Bandung.

Menikah pada 1995 dengan Ir. Lita Indrayani. Saat ini telah dikaruniai 4 orang anak yaitu Baiq Nisa Nabila Saumayani (18 tahun), Lalu Zhafran Ammar Iwagumi (13 tahun), Lalu Zakka Jihado Pribadi (8 tahun), dan Lalu Fayakhun Ata'urrahman (5 tahun).

Bekerja sebagai dosen tetap Fakultas Peternakan Universitas Mataram, Mataram, sejak 1986 hingga sekarang. Pernah menjadi dosen tidak tetap pada Fakultas Pendidikan MIPA dan Fakultas Pendidikan Olahraga dan Kesehatan IKIP Mataram (1984-1986), Fakultas Pertanian dan Fakultas Perikanan Universitas 45 Mataram (1985-1990) dan Fakultas Peternakan Universitas Nahdatul Wathan Mataram (1995-1997). Tahun 1986-1992 bekerja sebagai staf ahli bidang Pertanian Terpadu (Integrated Farming) pada Pusat Studi Pembangunan Nusa Tenggara Barat (PSP NTB)-Mataram, dengan mitra kerja Germany Agro Action (GAA)-Jerman, Fredrich Ebert Stiftunk (FES)-Jerman, Canada University Study Organization (CUSO)-Canada, Lembaga Studi Pembangunan (LSP)-Jakarta, Kementerian Lingkungan Hidup (KLH) Republik Indonesia, dan Kedutaan Besar New Zealand (NZA)-Jakarta.

Sejak 2011, menempuh program doktor pada Program Studi Ilmu Ternak, Program Pascasarjana Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya Malang, diselaikan pada Februari 2015. Pendidikan S3 ini ditempuh atas Biaya Pendidikan Program Pascasarjana (BPPs) Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.



## KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohim. Segala puji bagi Allah Rabbul'izzati atas nikmat karunia yang diberikan kepada Penulis berupa kemampuan menyelesaikan tahap-tahapan prosedural akademik hingga tersusunnya Disertasi ini, yang mengantarkan Penulis meraih gelar Doktor dalam Ilmu Produksi Ternak pada Program Doktor Ilmu Ternak Program Pascasarjana Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya, Malang.

Disertasi ini disusun dari hasil penelitian yang seksama terhadap berbagai ukuran produktivitas populasi sapi Bali dan silangannya dengan sapi Simmental di wilayah provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB), sehingga informasi ilmiah yang dikemukakan, disamping berguna bagi pengembangan ilmu pengetahuan dalam bidang produksi ternak potong, sangat diharapkan pula dapat berguna dalam mendukung berbagai program pemerintah daerah NTB untuk pengembangan produksi sapi potong dan sapi bibit mengingat peranan daerah ini sebagai salah satu kantong produksi sapi potong dan sumber bibit sapi Bali nasional.

Beberapa bagian dari hasil penelitian Disertasi ini telah terpublikasi dalam 2 (dua) jurnal ilmiah internasional, yaitu: 1) *Journal of Agriculture and Veterinary Science (JAVS)*, Volume 7 Issue 12 Ver. II Dec. 2014, dengan judul "*Prepubertal growth rate of Bali cattle and its crosses with Simmental breed at lowland and highland environment*", dan 2) *Livestock Research for Rural Development - LRRD Journal* 27(2) 2015, dengan judul "*Reproductive efficiency of Bali cattle and its crosses with Simmental breed in the lowland and highland areas of West Nusa Tenggara province Indonesia*".

Kendati demikian, Penulis menyadari kiranya Disertasi ini masih mengandung banyak kekurangan dan kelemahan untuk dapat dikatakan sempurna. Oleh karena itu, Penulis sangat mengharapkan koreksi kritis dan sumbang saran yang konstruktif dari para ilmuwan, akademisi, maupun praktisi dan pemerhati pada bidang kajian Disertasi ini, sehingga karya ilmiah ini dapat bermakna bagi kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam bidang peternakan.

Malang, 11 Februari 2015

P e n u l i s



## UCAPAN TERIMAKASIH

Disertasi ini dapat terwujud atas partisipasi dan bantuan berbagai pihak, baik moril, materiel, maupun spiritual, terutama dorongan dan arahan yang intensif dari Komisi Pembimbing dalam keseluruhan rangkaian proses penyusunannya yang panjang dan melelahkan. Oleh karena itu, melalui ruang dan kesempatan ini Penulis menyampaikan penghargaan dan rasa terimakasih yang tak terhingga kepada **Prof. Dr.Sc.Agr. Ir. Suyadi, MS** (Ketua Komisi Pembimbing), juga kepada **Dr. Ir. Sucik Maylinda, MS** dan **Dr. Ir. Moch. Nasich, MS** masing-masing sebagai Anggota Komisi Pembimbing, teriring do'a semoga Allah 'Azza wa Jalla membalas kebaikan beliau bertiga dengan sebaik-baik balasan.

Terimakasih tak terhingga juga Penulis ucapkan kepada **Direktur Jendral Pendidikan Tinggi Kemendikbud RI** atas pemberian beasiswa BPPs selama Penulis menempuh studi S3 pada Program Doktor Ilmu Ternak Program Pascasarjana Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya Malang tahun 2011-2015, juga kepada **Rektor Universitas Brawijaya, Rektor Universitas Mataram, dan Direktur Program Pascasarjana Universitas Brawijaya** atas kesempatan yang diberikan kepada Penulis untuk menempuh studi S3. Terimakasih dan penghargaan yang tulus Penulis haturkan kepada **Dekan dan Ketua Program Doktor Ilmu Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya beserta jajarannya** atas dukungan dan layanan akademik yang diberikan hingga Penulis dapat menyelesaikan studi dengan lancar dan terpuji.

Kepada rekan-rekan sejawat dalam lingkup Laboratorium Ternak Potong dan Kerja Fakultas Peternakan Universitas Mataram: **Dr. M. Ashari, Dr. Tahyah Hidjaz, Ir. Happy Poerwoto MP, Ir. Agustien Suhardiani MP, Ir. Rina Andriati MP, dan Ir. Ida Bagus Dania SU**, Penulis haturkan rasa hormat dan terimakasih atas perhatian, dorongan, maupun sumbangan tenaga, pikiran, dan penyediaan peralatan penelitian serta bantuan bahan-bahan pustaka yang sangat bermanfaat dalam penyusunan Disertasi ini. Terimakasih yang tulus juga Penulis haturkan kepada rekan-rekan dosen Fakultas Peternakan Unram: **Prof. Soekardono, Prof. Chairussuhur Arman, Prof. Yusuf AS, Prof. Ajie S Drajat, Dr. Sulaiman ND, Dr. M. Ali, Dr. Erwan, Dr. IGL Media, Dr. Dahlanuddin, dan lain-lain**, yang telah berbagi ilmu dan pengalaman studi kepada Penulis. Tidak lupa juga Penulis ucapkan terimakasih yang dalam kepada para inseminator dan petugas IB di lokasi-lokasi penelitian untuk Disertasi ini: **Wartojo (KLU), Supriadi S.Pt (Lobar), Supardin (Lotim), dan Mawardi S.Pt (Loteng)**, atas bantuan dan kerjasama yang baik selama Penulis melaksanakan penelitian di lapangan.

Hormat dan terimakasih yang dalam buat Kanda tercinta **L. Wira Jaswadi M.Ed** atas bantuannya mengoreksi dan memperbaiki susunan bahasa pada manuskrip artikel ilmiah untuk publikasi internasional hasil penelitian Disertasi ini. Rasa bangga dan terimakasih Penulis buat Adik tercinta **Prof. Dr. Ir. L. Wirasapta Karyadi M.Sc (PR-I Unram)** yang telah lebih dahulu meraih sukses pendidikan tertinggi dan jabatan Guru Besar, atas perhatian dan dorongan moril kepada Penulis selama menjalani studi S3.

Terkhusus buat Istri dan Anak-anak Ku tersayang, terimakasih atas semua pengorbanan, kesabaran, ketabahan, do'a dan perhatian yang tiada batas dari kalian sejak awal hingga akhir studi S3 yang Mamiq jalani di Kota Malang. Akhirnya, kepada Kalian jualah buah perjuangan selama tiga setengah tahun ini. Mamiq peruntukkan...semoga dengannya Allah SWT menambah derajat Iman dan Ketaqwaan kita kepadaNya, serta memberikan kebahagiaan buat kita semua.

Malang, 11 Februari 2015



## RINGKASAN

**L. Wira Pribadi**, Program Doktor Ilmu Ternak Program Pascasarjana Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya, Malang, 2015. **Produktivitas Sapi Bali dan Silangannya dengan Sapi Simmental pada Dataran Rendah dan Dataran Tinggi di Nusa Tenggara Barat**. Dibawah arahan Komisi Pembimbing: Prof. Dr.Sc.Agr. Ir. Suyadi, MS (Ketua), Dr. Ir. Sucik Maylinda, MS (Anggota) dan Dr. Ir. Moch. Nasich, MS (Anggota).

Program persilangan sapi potong lokal dengan bangsa-bangsa sapi potong eksotik di Indonesia yang berlangsung sejak 1975 lalu, telah menghasilkan beragam jenis sapi-sapi silangan yang tersebar pada berbagai daerah di seluruh negeri. Sapi-sapi silangan tersebut, meskipun diketahui memiliki keunggulan dalam komposisi genetic dibanding sapi-sapi asli Indonesia sendiri seperti sapi Bali, produktivitasnya dari segi efisiensi akan dibatasi oleh kondisi lingkungan termal tropik di wilayah pengembangannya. Hal ini karena produktivitas ternak, selain ditentukan oleh factor genetic dan lingkungan, ditentukan pula oleh interaksi genetic dan lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis produktivitas sapi Bali dan silangannya dengan sapi Simmental pada ketinggian tempat dengan lingkungan termal berbeda di Nusa Tenggara Barat.

Sebanyak 1094 ekor sapi pada dataran rendah (0-100 m dpl.) dan 878 ekor pada dataran tinggi (700-1.000 m dpl.), terdiri atas sapi Bali (B), silangan B x Simmental (SB), silangan balik SB x Simmental (SBS), dan silangan balik SB x Bali (SBB), umur 0-1 hari (lahir), 150 hari (sapih), 365 hari (lepas sapih), serta 730 dan 1.095 hari (dewasa), jenis kelamin jantan dan betina, telah diamati dalam penelitian ini melalui survey dengan pengukuran secara langsung terhadap berbagai ukuran produktivitas yang meliputi kinerja respon fisiologis, hematologis, kinerja produksi, kinerja pertumbuhan dan kinerja reproduksi. Sapi-sapi penelitian diambil secara purposif dari populasi masing-masing bangsa/jenis sapi pada peternakan rakyat dengan manajemen kandang kolektif yang tersebar pada kedua wilayah ketinggian tempat tersebut. Data hasil pengukuran terhadap setiap parameter dari masing-masing variabel, dikelompokkan menurut ketinggian tempat, genetic sapi, dan jenis kelamin, kemudian dianalisis menggunakan Anova dan diuji lanjut dengan uji Beda Nyata Terpercaya (HSD) yang dioperasikan menggunakan program komputer Genstat, meliputi pengaruh ketinggian tempat, factor genetic, serta interaksi genetic dan ketinggian tempat.

Hasil penelitian untuk variabel lingkungan yang diukur dari suhu udara, kelembaban, indeks suhu dan kelembaban (THI), komposisi botani dan kimia pakan harian sapi pada wilayah dataran rendah dan dataran tinggi menunjukkan, rerata suhu udara harian ( $31,66 \pm 0,53$  °C), kelembaban udara ( $65,89 \pm 2,12\%$ ), dan THI ( $80,02 \pm 3,25$ ) pada dataran rendah berbeda sangat nyata dengan dataran tinggi yang memiliki rerata harian suhu udara  $24,78 \pm 0,67$  °C, kelembaban udara  $88,17 \pm 2,56\%$  dan THI 69,39. Angka suhu udara dan THI harian pada dataran rendah tersebut tergolong zona *thermal stress* bagi ternak sapi, sedangkan suhu udara dan THI pada dataran tinggi tergolong dalam zona aman (*safety zone*) untuk produksi ternak. Adapun komposisi botani maupun kimia



bahan pakan harian yang disediakan untuk sapi pada dataran rendah tidak berbeda ( $P>0,05$ ) dengan pakan sapi pada dataran tinggi.

Kinerja respon fisiologis sapi-sapi penelitian yang diukur dari suhu tubuh, frekuensi respirasi, dan koefisien dayatahan panas (HTC), dijumpai masing-masing dipengaruhi oleh genetik sapi, ketinggian tempat, serta interaksi genetik dan ketinggian tempat. Sapi pada dataran rendah menunjukkan suhu tubuh rata-rata  $38,44\pm 0,41$ ;  $38,84\pm 0,18$ ;  $38,95\pm 0,13$ ; dan  $38,66\pm 0,15$  °C berturut-turut untuk sapi B, SB, SBS, dan SBB, sedangkan sapi pada dataran tinggi masing-masing  $38,62\pm 0,28$ ;  $38,47\pm 0,16$ ;  $38,24\pm 0,19$ ; dan  $38,64\pm 0,12$  °C berturut-turut untuk sapi B, SB, SBS, dan SBB. Adapun untuk frekuensi respirasi rata-rata tiap jenis sapi pada dataran rendah diperoleh masing-masing  $26,80\pm 1,95$ ;  $43,14\pm 4,10$ ;  $57,42\pm 2,46$ ; dan  $28,50\pm 3,61$  kali/menit berturut-turut untuk sapi B, SB, SBS, dan SBB, sedangkan di dataran tinggi dijumpai masing-masing  $23,09\pm 3,43$ ;  $22,23\pm 1,50$ ;  $25,46\pm 3,41$ ; dan  $21,28\pm 3,04$  kali/menit berturut-turut untuk sapi B, SB, SBS, dan SBB. Angka HTC rata-rata untuk masing-masing bangsa sapi di dataran rendah adalah  $2,22\pm 0,09$ ;  $2,89\pm 0,18$ ;  $3,54\pm 0,11$ ; dan  $2,28\pm 0,15$ , sedangkan untuk sapi di dataran tinggi adalah  $2,01\pm 0,15$ ;  $2,04\pm 0,07$ ;  $2,06\pm 0,18$ ; dan  $1,96\pm 0,13$ , berturut-turut untuk sapi B, SB, SBS, dan SBB. Baik suhu tubuh, frekuensi respirasi, maupun HTC, angka yang ditunjukkan tersebut nyata lebih tinggi untuk sapi pada dataran rendah dibanding sapi pada dataran tinggi. Jenis sapi silangan dengan proporsi genetik sapi Simmental yang semakin tinggi menunjukkan suhu tubuh, frekuensi respirasi, dan HTC yang semakin tinggi di dataran rendah, tetapi menurun dengan indeks penurunan paling tinggi di dataran tinggi.

Berdasarkan respon hematologis masing-masing bangsa sapi yang diukur dari jumlah eritrosit (RBC) dan kadar glukosa darah (KGD), didapatkan bahwa cekaman termal (suhu tinggi) lingkungan dataran rendah berakibat pada rendahnya RBC maupun KGD sapi-sapi silangan, yang masing-masing nyata lebih rendah dibanding sapi-sapi silangan di dataran tinggi. Perubahan ketinggian tempat dari dataran rendah ke dataran tinggi menunjukkan efek meningkatnya RBC dan KGD masing-masing jenis sapi, dengan indeks peningkatan semakin tinggi pada sapi dengan proporsi genetik Simmental yang lebih tinggi.

Kinerja produksi yang diukur dari bobot lahir, bobot sapih 150 hari, bobot badan umur 365 hari, dan bobot badan dewasa (umur 2-3 tahun), masing-masing didapatkan sangat nyata lebih tinggi ( $P<0,01$ ) pada sapi-sapi silangan dibanding sapi Bali murni, baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi. Demikian juga masing-masing jenis sapi pada dataran tinggi menunjukkan kinerja produksi lebih tinggi dibanding jenis sapi yang sama di dataran rendah.

Pedet di dataran rendah menunjukkan bobot lahir rata-rata  $15,58\pm 0,98$ ;  $26,81\pm 1,72$ ;  $31,60$ ; dan  $23,15\pm 1,63$  kg, sedangkan pedet di dataran tinggi rata-rata  $17,26\pm 1,59$ ;  $30,55\pm 1,99$ ;  $33,75\pm 1,83$ ; dan  $24,73\pm 1,55$  berturut-turut untuk sapi B, SB, SBS, dan SBB, masing-masing tergantung jenis kelamin pedet; bobot lahir pedet jantan lebih tinggi rata-rata  $1,98$  kg (8,73%) dibanding pedet betina. Pedet di dataran tinggi, dengan demikian, mempunyai bobot lahir dengan selisih rata-rata  $2,33$  kg (7,64%) lebih tinggi



dibanding pedet pada dataran rendah. Bobot sapih 150 hari (bs.150) rata-rata, untuk pedet di dataran rendah adalah  $55,73 \pm 3,41$ ;  $88,42 \pm 7,23$ ;  $98,18 \pm 10,14$ ; dan  $75,22 \pm 8,85$  kg, sedangkan untuk pedet di dataran tinggi adalah  $63,27 \pm 4,52$ ;  $108,23 \pm 15,24$ ;  $125,16 \pm 17,27$ ; dan  $91,22 \pm 8,86$  kg, berturut-turut untuk pedet B, SB, SBS, dan SBB, masing-masing tergantung jenis kelamin; bs.150 pedet jantan lebih tinggi rata-rata 12,05 kg (16,24%) dibanding pedet betina. Pedet di dataran tinggi, dalam hal ini, mempunyai bs.150 dengan selisih rata-rata 17,84 kg (21,63%) lebih tinggi dibanding bs.150 pedet di dataran rendah, tergantung genetiknya. Pedet silangan SB, SBS, dan SBB menunjukkan bs.150 lebih tinggi rata-rata 47,26 kg (63,51%) dibanding pedet B. Peningkatan bs.150 rata-rata akibat persilangan dijumpai semakin tinggi pada genotip dengan proporsi genetic sapi Simmental yang lebih tinggi.

Temuan yang sama dijumpai pada sapi lepas sapih (umur 365 hari) dan sapi dewasa (2-3 tahun). Bobot badan 365 hari (bb.365) rata-rata, untuk sapi di dataran rendah adalah  $115,72 \pm 17,37$ ;  $193,55 \pm 22,46$ ;  $185,10 \pm 18,46$ ; dan  $199,15 \pm 15,77$  kg, sedangkan untuk sapi di dataran tinggi adalah  $121,90 \pm 21,75$ ;  $234,11 \pm 23,34$ ;  $280,05 \pm 24,32$ ; dan  $217,20 \pm 21,42$  kg, berturut-turut untuk pedet B, SB, SBS, dan SBB, masing-masing tergantung jenis kelamin; bb.365 sapi jantan lebih tinggi rata-rata 22,57 kg (13,26%) dibanding sapi betina. Sapi di dataran tinggi menunjukkan bb.365 lebih tinggi rata-rata 43,12 kg (25,33%) dibanding sapi di dataran rendah, tergantung genetiknya. Sapi-sapi silangan SB, SBS, dan SBB menunjukkan bb.365 lebih tinggi rata-rata 84,90% dibanding sapi B. Peningkatan bb.365 rata-rata akibat persilangan dijumpai semakin tinggi pada sapi silangan dengan proporsi genetik Simmental yang lebih tinggi. Adapun pada sapi dewasa, sapi SBS yang pada dataran rendah menunjukkan bobot badan 55,71% lebih tinggi dibanding sapi B, meningkat menjadi rata-rata 90,92% pada dataran tinggi; sedangkan sapi SB di dataran rendah dengan bobot badan dewasa 59,41% lebih tinggi dibanding sapi B, tidak menunjukkan peningkatan ( $P > 0,05$ ) pada dataran tinggi dengan capaian bobot badan 57,51% lebih tinggi dibanding sapi B; sapi SBB yang menunjukkan bobot badan 52,84% lebih tinggi dibanding sapi B pada dataran rendah, menurun menjadi 37,92% di dataran tinggi.

Kinerja pertumbuhan yang diukur dari konsumsi bahan kering (KBK), konsumsi energi (KE) berdasarkan total nutrien dapat dicerna (TDN), laju pertumbuhan berdasarkan pertambahan bobot badan per hari (PBB), dan efisiensi pertumbuhan berdasarkan rasio laju pertumbuhan terhadap konsumsi bahan kering atau dinyatakan dengan PBB/KBK, masing-masing berbeda sangat nyata antara sapi B dengan sapi-sapi silangan SB, SBS, maupun SBB, juga antara sapi-sapi silangan di dataran rendah dengan sapi silangan yang sama di dataran tinggi. Efek cekaman termal lingkungan dataran rendah karena suhu udara dan THI harian yang tinggi, berakibat menurunnya KBK, KE, PBB, maupun efisiensi pertumbuhan sapi-sapi silangan SB, SBS, maupun SBB. Namun demikian, perubahan ketinggian tempat dari dataran rendah ke dataran tinggi menunjukkan efek sangat nyata meningkatkan kinerja pertumbuhan sapi-sapi silangan, sedangkan sapi B menunjukkan peningkatan KBK dan PBB tetapi KE dan PBB/KBK sapi B tidak berbeda ( $P > 0,05$ ) antara dataran rendah dan dataran tinggi. Efisiensi



pertumbuhan rata-rata yang dicapai tiap jenis sapi di dataran rendah adalah  $5,467 \pm 0,193$ ;  $4,558 \pm 0,540$ ;  $4,184 \pm 0,472$ , dan  $5,078 \pm 0,536\%$  sedangkan di dataran tinggi adalah  $5,601 \pm 0,324$ ;  $5,203 \pm 0,288$ ;  $5,328 \pm 0,465$ ; dan  $4,810 \pm 0,306\%$  berturut untuk sapi B, SB, SBS, dan SBB. Angka PBB/KBK yang semakin tinggi menunjukkan efisiensi pertumbuhan semakin tinggi. Berdasarkan angka PBB/KBK tersebut dapat dinyatakan, lingkungan dataran rendah dan dataran tinggi mempunyai potensi yang sama terhadap efisiensi pertumbuhan sapi B, sedangkan sapi SB dan SBS nyata lebih efisien pada dataran tinggi, sebaliknya sapi SBB nyata lebih efisien di dataran rendah. Baik di dataran rendah maupun dataran tinggi, pertumbuhan sapi B sangat nyata lebih efisien dibanding sapi-sapi silangan SB, SBS, maupun SBB.

Kinerja reproduksi yang diukur dari periode *anestrus pos partum* (APP), *conception rate* (CR), dan *days open* (DO), dijumpai masing-masing dipengaruhi oleh genetik sapi, ketinggian tempat, serta interaksi genetik dan ketinggian tempat. Secara keseluruhan, sapi B menunjukkan kinerja reproduksi lebih tinggi dibanding sapi SB, SBS, maupun SBB. Periode APP dengan rata-rata 40,39 hari untuk sapi B adalah sangat nyata lebih pendek dibanding rata-rata 66,41; 68,19; dan 65,85 hari, berturut-turut untuk sapi SB, SBS, dan SBB. Demikian juga, periode DO dengan rata-rata 84,52 hari untuk sapi B adalah sangat nyata lebih pendek dibanding rata-rata 108,88; 117,18; dan 109,60 hari, berturut-turut untuk sapi SB, SBS, dan SBB. Angka CR dengan rata-rata 88,86% untuk sapi B adalah nyata lebih tinggi dibanding rata-rata 82,04; 76,20; dan 80,16% berturut-turut untuk sapi SB, SBS, dan SBB. Terdapat perbedaan respon antara sapi B dan sapi-sapi silangan SB, SBS, maupun SBB terhadap perubahan ketinggian tempat dari dataran rendah ke dataran tinggi, terutama untuk angka CR dan DO. Dalam hal ini, perubahan ketinggian tempat dari dataran rendah ke dataran tinggi menyebabkan: angka CR sapi B menurun ( $P < 0,05$ ), sedangkan angka CR sapi SB, SBS, dan SBB meningkat ( $P < 0,01$ ); periode DO sapi B meningkat ( $P < 0,05$ ), sedangkan DO sapi SB, SBS, dan SBB menurun ( $P < 0,01$ ); untuk periode APP, baik sapi B maupun silangan sama-sama menunjukkan penurunan, yaitu menjadi lebih pendek pada lingkungan dataran tinggi.

Berdasarkan hasil tersebut di atas dapat disimpulkan, bahwa persilangan sapi Bali dengan sapi Simmental dapat meningkatkan kinerja produksi silangannya (bobot lahir, bobot sapih, bobot setahun, bobot dewasa, dan laju pertumbuhan), tetapi efisiensi pertumbuhan yang dicapai sangat rendah dibanding sapi Bali murni, baik di dataran rendah maupun di dataran tinggi. Demikian juga, persilangan tersebut menimbulkan konsekuensi menurunnya kinerja reproduksi pada silangan yang dihasilkan dengan capaian efisiensi reproduksi sangat rendah dibanding sapi Bali murni. Sapi-sapi silangan SB, SBS, maupun SBB menunjukkan efisiensi pertumbuhan maupun efisiensi reproduksi lebih tinggi pada dataran tinggi dibanding pada dataran rendah, sedangkan sapi B menunjukkan efisiensi pertumbuhan tidak berbeda antara di dataran rendah dan dataran tinggi, tetapi efisiensi reproduksi sapi B lebih tinggi pada dataran rendah dibanding pada dataran tinggi.



## SUMMARY

**L. Wira Pribadi**, Doctoral Program in Animal Science, Post Graduate Program of Animal Husbandry Faculty, Brawijaya University, Malang, 2014. **Productivity of Bali Cattle and Its Crosses with Simmental Breed at Lowland and Highland Environment of West Nusa Tenggara.** Prof. Dr.Sc.Agr. Ir. Suyadi, MS (Promotor), Dr. Ir. Sucik Maylinda, MS (Co Promotor 1), and Dr. Ir. Moch. Nasich, MS (Co Promotor 2).

Currently, a fair number of crossbred cattle are found in the country, then so many genotypes of cattle have been performed. These crossbred cattles, although it was genetically more superior composition than that of indigenous local cattles such as Bali cattle, their productivity however, might be restricted by thermal environment such as temperature, humidity, and temperture-humidity index (THI) of the tropical farm areas. This study was to analyze the productivities of Bali cattle and its crosses with Simmental breed at different thermal environment of altitude areas in West Nusa Tenggara.

There were 1094 head of cattles in the lowland (0-100 m a.s.l.) and 878 in the highland (700-1.000 m a.s.l.), consist of Bali breed (B), B x Simmental crossbred (SB), SB x Simmental backcrossed (SBS), and SB x Bali backcrossed (SBB), which in ages of 0-1 d (birth), 150 d (weaning), 365 d (post weaning), 730 and 1.095 d (adult), both male and female, observed thoroughly in this study by survey with directly observation on various parameters of cattle productivities such as physiological response, haematologies, production performance, and reproductive efficiency. The observation cattles were taken purposively from the population of each breed in small holder farms with collective cattle pans management that spread at the two altitude areas. Data resulted from measuring each parameter of the variables, were arranged by location (altitude of farms), breed and sex of cattle. Then, Analisis of Variance (Anova) and mean comparisons with Honesty Significance Different (HSD) test were performed using Genstat computer program considering breed, location, and genotype (breed) x location interaction effects.

Environmental data of the lowland and highland areas that measured on air temperature, humidity, temperture-humidity index (THI), botanical and nutritional composition of forage provided for daily cattle feedings, indicated the average daily tempertaure ( $31.66 \pm 0.53$  °C), humidity ( $65.89 \pm 2.12\%$ ), and THI ( $80.02 \pm 3.25$ ) in the lowland was highly significant different to those of highland which have average daily temperature  $24.78 \pm 0.67$  °C, humidity  $88.17 \pm 2.56\%$  and THI 69.39. The daily temperature and THI data obtained for the lowland environment are in considered to thermal stress zone for beef cattle, whereas those of found for the highland are within range of safety zone for cattle production. However, the botanical and nutritional composition of forage provided for daily cattle feedings in the lowland was not different ( $P > 0.05$ ) with those in the highland.

Physiological response that measured on body temperature (BT), respiration rate (RR), and heat tolerant coeficient (HTC) were obtained each influenced by breed of cattle, altitude of farm (location), and genotype (breed) x location interaction. The mean BT of



cattles in the lowland were  $38.44 \pm 0.41$ ;  $38.84 \pm 0.18$ ;  $38.95 \pm 0.13$ ; and  $38.66 \pm 0.15$  °C for B, SB, SBS, and SBB cattle respectively, while those of highland cattles were  $38.62 \pm 0.28$ ;  $38.47 \pm 0.16$ ;  $38.24 \pm 0.19$ ; and  $38.64 \pm 0.12$  °C for B, SB, SBS, dan SBB respectively. Furthermore, the mean RR of these breeds were  $26.80 \pm 1.95$ ;  $43.14 \pm 4.10$ ;  $57.42 \pm 2.46$ ; and  $28.50 \pm 3.61$  respiration/minute in the lowland, and  $23.09 \pm 3.43$ ;  $22.23 \pm 1.50$ ;  $25.46 \pm 3.41$ ; and  $21.28 \pm 3.04$  respiration/minute in the highland, for B, SB, SBS, and SBB cattle respectively. Therefore, the mean HTC of the breeds were obtained  $2.22 \pm 0.09$ ;  $2.89 \pm 0.18$ ;  $3.54 \pm 0.11$ ; and  $2.28 \pm 0.15$  in the lowland, and  $2.01 \pm 0.15$ ;  $2.04 \pm 0.07$ ;  $2.06 \pm 0.18$ ; and  $1.96 \pm 0.13$  in highland, for B, SB, SBS, and SBB cattle respectively. Either BT, RR, or HTC, the data were significantly higher for cattle in the lowland than those in highland. The crossbreds cattle with higher proportion of Simmental genetic showed higher BT, RR, and HTC in the lowland, but became decrease in highland environment by higher decreasing index.

According to haematological response of each breeds of cattle that measured on red blood cell (RBC) and blood glucose concentration (BGC), it was indicate that thermal stress (high temperature) of the lowland environment lead to reduce both RBC and BGC of crossbreds cattle to be, each significantly lower compared to those of crossbreds cattle raised in highland environment. Alteration in altitude of farms from lowland to highland showed effect on the encrease of RBC and BGC of each breed, with increasing index the more high for breed with the more high proportion of Simmental.

Production performance that measured on birth weight (BW), weaning weight in 150 d (WW.150), yearling weight (YW), and mature weight (MW), were each obtained highly significant higher ( $P < 0.01$ ) for crossbred cattle than that of pure B cattle, both in lowland and highland environment. In addition, the breeds of cattle in highland each showed higher production performance compared to that of the same breed in the lowland environment. The mean BW of calves in the lowland were  $15.58 \pm 0.98$ ;  $26.81 \pm 1.72$ ;  $31.60$ ; and  $23.15 \pm 1.63$  kg, while those in the highland were  $17.26 \pm 1.59$ ;  $30.55 \pm 1.99$ ;  $33.75 \pm 1.83$ ; and  $24.73 \pm 1.55$  kg, for B, SB, SBS, dan SBB calf respectively, each depend on sex of the calves; male calf was in average 1.98 kg (8.73%) weighter at birth than the female calf. Besides, the calves in higland environment were found to have an average 2,33 kg (7,64%) higher BW compared to those in the lowland environment. Moreover, the mean WW.150 of the calves in the lowland were  $55.73 \pm 3.41$ ;  $88.42 \pm 7.23$ ;  $98.18 \pm 10.14$ ; and  $75.22 \pm 8.85$  kg, while for the calves in the highland environment were  $63.27 \pm 4.52$ ;  $108.23 \pm 15.24$ ;  $125.16 \pm 17.27$ ; and  $91.22 \pm 8.86$  kg, for B, SB, SBS, dan SBB calves respectively, each depend on sex of the calves; male calf was in average 12.05 kg (16.24%) weighter at weaning than the female calf. The calves raised in the highland environment were found to have in average 17.84 kg (21.63%) higher WW.150 than those of lowland calves, depend on breed. The crossbred calves SB, SBS, and SBB were found to have in average 47.26 kg (63.51%) higher WW.150 compared to that of pure B calf. Increase in WW.150 due to the crossing were obtained increasingly high for breed with higher proportion of Simmental breed.



Likewise, were also found for post weaning (yearling) and adult cattles (2-3 years old). The mean YW for cattle in the lowland were  $115.72 \pm 17.37$ ;  $193.55 \pm 22.46$ ;  $185.10 \pm 18.46$ ; and  $199.15 \pm 15.77$  kg, while those in the highland were  $121.90 \pm 21.75$ ;  $234.11 \pm 23.34$ ;  $280.05 \pm 24.32$ ; and  $217.20 \pm 21.42$  kg, for B, SB, SBS, and SBB cattle respectively, each depend on sex. Male cattle were found to have in average 22.57 kg (13.26%) higher YW than the female. Cattle in the highland showed an average 43.12 kg (25.33%) higher YW than those of lowland cattles, depend on breed. The crossbred SB, SBS, and SBB were found to have in average 84.90% higher YW compared to that of pure B cattle. Increase in YW due to crossing were obtained increasingly high for breed with higher proportion of Simmental breed. It so happens for mature cattles, SBS cattle which in lowland showed 55.71% higher MW than B cattle, increase to an average 90.92% in highland environment; while SB cattle which in lowland indicated 59.41% higher MW than B cattle, was not increase ( $P > 0.05$ ) in highland where it reach 57.51% higher MW than B cattle; in contrast, SBB cattle which have 52.84% higher MW than B cattle in lowland declined to 37.92% in highland environment.

Growth performance that measured on daily dry matter intake (DMI), energy intake (EI) based on total digestible nutrient (TDN) intake, growth rate (GR) based on average daily gain (ADG), and growth efficiency (GE) based on ADG/DMI, were each highly significant different between B cattle and its crossbreds with Simmental breed (SB, SBS, and SBB cattles). Likewise, growth performance of crossbred cattle raised in lowland were highly significant different with those of raised in highland environment. Thermal stress effects of temperature and THI in the lowland environment were lead to decline DMI, EI, GR, and GE of crossbred cattle SB, SBS, and SBB raised in this environment. However, alteration in altitude of farms from lowland to highland environment could increase growth performance of crossbred cattles high significantly, while that of pure B cattle showed significantly increase in DMI and GR but non significant ( $P > 0.05$ ) on EI and GE. The mean GE of each breed in the lowland were  $5.467 \pm 0.093$ ;  $4.558 \pm 0.540$ ;  $4.184 \pm 0.472$ ; and  $5.078 \pm 0.546$ %, while in the highland were  $5.601 \pm 0.124$ ;  $5.203 \pm 0.228$ ;  $5.328 \pm 0.465$ ; and  $4.810 \pm 0.303$ %, for B, SB, SBS, and SBB breed respectively. The more high of ADG/DMI values indicated the more high of GE. According to the ADG/DMI values, could be considered that the lowland and highland environment had the same capacity on growth efficiency of B cattle, while the SB and SBS cattles are more efficient in highland environment. In contrary, the SBB cattle are more efficient in the lowland. Both in lowland and highland, the B cattle grew more efficiently than those of crossbred SB, SBS, and SBB cattles.

Reproductive performance that measured on period of anestrous post partum (APP), conception rate (CR), and days open (DO), were obtained each affected by breed of cows, altitude of farms, and breed x altitude interaction. Generally, B cows showed higher reproductive performance than those of SB, SBS, and SBB cows. The period of APP with an average of 40.39 d for B cows was highly significant shorter than 66.41, 68.19, and 65.85 d for SB, SBS, and SBB cows respectively. Likewise, the period of DO with an average of 84.52 d for B cows was highly significant shorter than



108.88, 117.18, and 109.60 d for SB, SBS, and SBB cows respectively. Moreover, CR values which in an average of 88.86% for B cows was significantly higher than those of 82.04, 76.20, and 80.16% for SB, SBS, and SBB cows respectively. There were a different response between B and crossbred cows on the alteration of altitude from lowland to highland, especially for CR and DO. In this case, the alteration in altitude of farms from lowland to highland leads to: CR of B cows decline ( $P < 0.05$ ) but CR of SB, SBS, and SBB cows increase ( $P < 0.01$ ), DO of B cows increase ( $P < 0.05$ ) but DO of SB, SBS, and SBB cows decline ( $P < 0.01$ ), and, both B and crossbred cows together got a decline length of APP.

Based on that results, could be concluded that crossing of Bali cattle with Simmental breed leads to increase productive performance of opsprings (weight at birth, weaning, yearling, and maturing, and growth rate), however, very low growth efficiency may reached compared to pure Bali cattle both in lowland and highland environment. Likewise, the crossing caused a declined concequency on reproductive efficiency of offsprings compared to pure Bali cows. The crossbred cattles showed higher growth and reproductive efficiency in highland than those of lowland, while Bali cattle showed not different growth efficiency between lowland and highland, however, reproductive efficiency of Bali cows was higher in lowland than those in highland environment.





## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Daerah Nusa Tenggara Barat (NTB), selama ini dikenal sebagai salah satu daerah kantong produksi sapi potong dan pemasok sapi bibit nasional. Potensi sapi potong di NTB selain didukung oleh sapi Bali yang merupakan bangsa sapi asli Indonesia, terdapat juga sapi-sapi hasil persilangan (*crossbred*) sapi Bali dengan bangsa-bangsa sapi sub tropis turunan *Bos Taurus*, terutama sapi Simbal, Limbal, dan Brabal yang berturut-turut merupakan hasil persilangan sapi Bali betina dengan pejantan Simmental, Limousin, dan Brangus. Potensi sapi-sapi *crossbred* tersebut di NTB terlihat dari jumlah populasi keseluruhan mencapai 54.458 ekor (BIBD-NTB, 2011), dan jumlah kelahiran pedet hasil IB persilangan per tahun mencapai rata-rata 8.805 ekor (Soekardono *et al.*, 2011).

Berdasarkan data kelahiran pedet hasil IB di NTB pada 2011 (BIBD-NTB, 2012), diketahui bahwa 41,12% (4.552 ekor) diantaranya adalah pedet hasil IB silang sapi Bali dengan semen Simmental yang kemudian dikenal dengan sapi Simbal. Data terakhir ini mengisyaratkan, bahwa populasi terbanyak diantara sapi-sapi *crossbred* tersebut adalah sapi Simbal. Hal ini sesuai dengan laporan Zainuri *et al.* (2008) dan Setiadi *et al.* (2010), bahwa para peternak lebih menyukai sapi betina mereka di IB menggunakan semen Simmental dibanding menggunakan semen sapi *Bos taurus* lainnya.

Sapi Simbal di NTB dikembangkan kearah sapi pedaging dengan memadukan kemampuan alamiah sapi Bali dalam menghadapi kondisi lingkungan yang berat dankinerja sapi Simmental dengan kecepatan pertumbuhan dan kualitas



perdagangannya yang sangat bagus. Kelebihan sapi Simbal diantara sapi Bali dan sapi-sapi *crossbred* yang ada, terlihat dari data bobot lahir, bobot sapih 205 hari, dan bobot umur setahun hasil IB di NTB, yaitu rata-rata bobot lahir untuk sapi Bali, Limbal, Brabal dan Simbal berturut-turut 15,34 ; 24,92 ; 25,04 ; dan 28,13 kg, rata-rata bobot sapih 205 hari berturut-turut 111,37 ; 151,95 ; 157,93 ; dan 175,55 kg, rata-rata borot umur setahun berturut-turut 153,94 ; 252,45 ; 254,0 ; dan 262,96 kg (Drajat,2002). Demikian pula, sapi Simbal diketahui lebih unggul dibanding sapi Bali maupun sapi Limbal dan Brabal dalam hal: laju pertumbuhan (Umar dan Dwipa, 1998), kapasitas kerja dalam pengolahan lahan pertanian (Pribadi, 2002), tetapi dayatahan sapi Simbal terhadap gangguan caplak lebih rendah dibanding sapi Bali (Rosyidi, 2004). Keunggulan sapi-sapi *crossbred* tersebut dalam hal produktifitas (laju pertumbuhan) dibanding sapi Bali menggambarkan potensi genetiknya yang lebih tinggi, sesuai apa yang diharapkan dari program persilangan sapi potong lokal dengan ras sapi potong eksotik.

Potensi genetik ternak tidak akan terekspresikan secara utuh pada fenotipnya apabila aspek-aspek faktor lingkungan tidak mendukung sepenuhnya (Soeharsono, 2000). Faktor lingkungan, sebagaimana diketahui, peranannya lebih besar daripada faktor genetik dalam mempengaruhi produktifitas ternak. Dalam hal ini, produktifitas ternak yang maksimum akan tercapai apabila aspek-aspek faktor lingkungan serasi dengan potensi genetik ternak, sebagai manifestasi dari interaksi genotip dan lingkungan.

Aspek klimatologis, adalah aspek terpenting dari faktor lingkungan disamping aspek nutrisi dan aspek manajerial, karena unsur-unsur klimatologis (suhu udara, radiasi sinar matahari, angin, curah hujan) merupakan lingkungan eksternal yang terus menerus berhubungan dengan lingkungan internal tubuh ternak. Aspek



lingkungan ini sangat erat kaitannya dengan faktor geografis terutama menyangkut ketinggian tempat dari permukaan laut (*altitude*). Semakin tinggi tempat dari permukaan laut suhu udaranya semakin rendah (Williamson dan Payne, 1998), suhu udara akan menurun  $0,6^{\circ}\text{C}$  setiap bertambahnya ketinggian tempat 100 m dari permukaan laut (Lakitan, 2004), sedangkan suhu udara lingkungan merupakan manifestasi dari keadaan unsur-unsur klimatologis lainnya seperti kelembaban udara, radiasi sinar matahari, angin, dan curah hujan (Hertz dan Steinhauf, 1997). Dengan demikian, dapat diduga bahwa adanya variasi ketinggian tempat pada suatu daerah akan menyebabkan bervariasinya keadaan unsur-unsur klimatologis, terutama suhu udara, antara berbagai tempat di daerah tersebut.

Wilayah NTB, sebagaimana daerah-daerah lain di Indonesia, memperlihatkan hamparan geografis dengan berbagai variasi *altitude* maupun *latitude* yang memungkinkan timbulnya variasi unsur-unsur klimatologis. Salah satu variasi yang tampak adalah adanya wilayah-wilayah dataran rendah yang relatif panas, dataran sedang yang relatif sejuk, dan dataran tinggi yang relatif dingin. Menurut Jhowat dan Yakhun (1997), wilayah dataran rendah merupakan wilayah pada ketinggian di bawah 400 m dpl. dengan suhu panas  $19-24^{\circ}\text{C}$ , dan dataran tinggi berada pada ketinggian 700-1400 m dpl. dengan suhu sejuk  $13-18^{\circ}\text{C}$ ; adapun wilayah di atas 1400 m dpl. merupakan daerah pegunungan tinggi tropik yang bersuhu dingin  $0-12^{\circ}\text{C}$ .

Setiap ketinggian tempat mempunyai kapasitas bioklimatis tertentu bagi kehidupan dan produktifitas ternak (Rao, 1997), dan memungkinkan sebagai suatu zona nyaman (*comfort zone*) bagi ternak tertentu. Dalam lingkungan *comfort zone*-nya, ternak dapat hidup dengan tingkat metabolisme minimum dan berproduksi sesuai potensi genetiknya.



Pengaruh ketinggian tempat terhadap produktivitas ternak berkaitan dengan adanya variabel iklim di dalamnya, sehingga merupakan pengaruh tidak langsung. Sedangkan iklim (khususnya suhu udara), pengaruh awalnya adalah terhadap fungsi beberapa organ internal (fisiologis) tubuh seperti jantung, sistem pernafasan, sistem ekskresi, dan lain-lain, yang manifestasinya pada pengaturan suhu tubuh (termoregulasi). Aktifitas termoregulasi akan mempengaruhi penggunaan energi di dalam tubuh, yang pada gilirannya akan mempengaruhi efisiensi energetika proses produksi. Efisiensi energetika tersebut akan optimum jika ternak berada dalam lingkungan *comfort zone*-nya, yaitu pada suhu 10 - 27 °C untuk sapi-sapi tropis dan 4 - 20 °C untuk sapi-sapi sub tropis (Santosa, 1997) tergantung bangsa ukuran tubuh, umur, dan nutrisi.

Hasil-hasil penelitian terdahulu menyangkut produktivitas ternak pada berbagai ketinggian tempat menunjukkan, terdapat perbedaan kinerja fisiologis, produksi maupun reproduksi antara ternak di dataran rendah dan ternak di dataran tinggi. Dalam hal ini, laporan Williams *et al.* (2012) menyebutkan terdapat perbedaan laju pertumbuhan pada populasi sapi Angus di Amerika akibat perbedaan ketinggian tempat dan dijumpai adanya interaksi genotip dan ketinggian tempat pada sifat pertumbuhan yang dipelajari, demikian pula menurut laporan Siregar *et al.* (2007) untuk sifat-sifat produksi pada sapi PO dan silangannya dengan sapi Simmental di Sumatera Barat, dan laporan Nugroho (2012) untuk kinerja produksi dan reproduksi pada sapi PO dan silangannya dengan sapi Limousin di Jawa Timur. Hasil penelitian pada domba lokal dan silangan di Jawa Barat juga menunjukkan adanya perbedaan respon fisiologis, hematologis, dan pertumbuhan akibat perbedaan ketinggian tempat, dan terdapat interaksi antara



genotip dan ketinggian tempat pada sifat-sifat tersebut, sebagaimana dilaporkan Yurmiati (1991).

Mengenai produktivitas sapi Bali dan silangannya dengan sapi Simmental di NTB, terlihat dari laporan Ashari (2013) bahwa sapi silangan Bali x Simmental (sapi Simbal) menunjukkan kinerja produksi lebih tinggi tetapi kinerja reproduksinya lebih rendah dibanding sapi Bali murni. Namun demikian, penelitian ini belum mencakup faktor lingkungan dan keragaman genotip sapi silangan tersebut, serta belum mengarah pada efisiensi produksi tiap genotip pada lingkungan yang beragam.

Berdasarkan uraian di atas, *comfort zone* untuk sapi potong dengan genotip beragam akibat perkawinan silang sapi tropis dengan sapi sub tropis di NTB perlu dicermati diantara variasi ketinggian tempat yang ada, dengan mengacu kepada interaksi genotip dan lingkungan terhadap berbagai ukuran produktivitas sampai dengan efisiensi produksi (pertumbuhan) dan efisiensi reproduksi. Hal ini terutama, dalam rangka pengembangan kearah produktivitas yang lebih baik dan menguntungkan pada masa mendatang.

## 1.2. Perumusan Masalah

Upaya peningkatan mutu genetik sapi Bali di Indonesia ditempuh melalui penerapan sistem perkawinan (*breeding*), baik secara murni (*pure breeding*) antara sapi Bali jantan terseleksi dengan sapi Bali betina pada peternakan rakyat, maupun secara silang (*cross breeding*) antara bangsa sapi lokal (termasuk sapi Bali yang merupakan bangsa sapi *indigenous*) dengan bangsa-bangsa sapi potong eksotik, secara inseminasi buatan (IB).



Program persilangan yang dikembangkan diketahui memiliki implikasi sangat beragam, hal ini berkaitan dengan adanya interaksi genotip dan lingkungan mengingat beragamnya kondisi lingkungan baik yang bersifat klimatologis, nutrisi, maupun manajemen, dalam pengembangan hasil persilangannya di kalangan peternak. Oleh karena itu, perlu dilakukan evaluasi untuk memperbaiki strateginya agar diperoleh manfaat yang besar. Dalam hal ini, program IB pada sapi potong harus dirumuskan dengan tujuan dan sasaran akhir yang jelas, serta dengan memperhatikan faktor interaksi genotip dan lingkungan.

Adapun di NTB, persilangan bangsa sapi asli (sapi Bali) dengan bangsa-bangsa sapi potong turunan *Bos taurus* melalui program IB telah berlangsung sejak 1976, sehingga program persilangan tersebut dan sapi-sapi hasil persilangannya telah menyebar di kalangan masyarakat peternak pada berbagai wilayah yang kondisi agroklimatnya relatif beragam. Penyebarannya diduga akan terus meningkat pada masa-masa mendatang mengingat sapi-sapi hasil persilangan tersebut sangat diminati oleh masyarakat (peternak) karena penampilan eksteriornya (aspek produksi) yang sangat atraktif dibanding sapi Bali sendiri, sesuai dengan tujuan dilakukannya persilangan yaitu untuk mendapatkan sapi yang mampu bertumbuh lebih cepat dengan bobot akhir yang lebih tinggi dan diharapkan memberikan keuntungan ekonomi yang lebih besar. Diantara sapi-sapi silangan yang berkembang di NTB, persilangan sapi Bali dengan Simmental tampak paling banyak diminati peternak karena sapi hasil silangannya (sapi Simbal) dinilai paling atraktif penampilannya berdasarkan ukuran tubuh saat baru lahir maupun setelah mencapai dewasa dibanding sapi silangan lainnya.

Peningkatan mutu genetik sapi akibat persilangan, secara teoritis, menuntut kesesuaian kualitas faktor lingkungan yang, salah satu aspeknya berupa lingkungan





dengan sapi Simmental, (3) belum diketahuinya wilayah dengan ketinggian tempat yang lebih sesuai untuk pengembangan masing-masing genotip hasil IB sapi Bali dengan sapi Simmental, berdasarkan interaksi genotip dan lingkungan terhadap efisiensi produksi (pertumbuhan) dan efisiensi reproduksi.

### **1.3. Tujuan Penelitian**

#### **1.3.1. Tujuan umum**

Tujuan penelitian ini, secara umum adalah, untuk menganalisis produktivitas sapi Bali dan silangannya dengan sapi Simmental pada ketinggian tempat berbeda di Nusa Tenggara Barat.

#### **1.3.2. Tujuan khusus**

Adapun secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk:

- 1) Mempelajari respon fisiologis, hematologis, kinerja produksi, maupun kinerja reproduksi sapi Bali dan silangannya dengan sapi Simmental terhadap perbedaan ketinggian tempat di Nusa Tenggara Barat
- 2) Menganalisis pengaruh system persilangan pada persilangan sapi Bali dengan sapi Simmental terhadap efisiensi produksi (pertumbuhan) dan efisiensi reproduksi silangannya pada lingkungan dataran rendah dan dataran tinggi
- 3) Menganalisis kesesuaian wilayah antara dataran rendah dan dataran tinggi untuk pengembangan sapi Bali dan silangannya dengan sapi Simmental, berdasarkan interaksi genetik dan lingkungan terhadap efisiensi produksi (pertumbuhan) dan reproduksi.



#### 1.4. Manfaat Penelitian

##### 1.4.1. Manfaat Keilmuan

Manfaat penelitian ini dari segi keilmuan, yaitu diperoleh informasi ilmiah mengenai berbagai ukuran produktivitas serta pemahaman mendalam mengenai factor genetik, lingkungan, serta interaksi genetik dan lingkungan (ketinggian tempat) sebagai faktor-faktor yang menentukan produktifitas pada sapi Bali dan silangannya dengan sapi Simmental berkaitan dengan sistem breeding dalam pengembangan produksi sapi potong, yang dapat dijadikan dasar analisis dalam penentuan wilayah paling sesuai untuk kegiatan budidaya yang efisien. Informasi ilmiah yang diperoleh diharapkan dapat dipublikasikan melalui jurnal-jurnal ilmiah nasional maupun internasional, sehingga bisa bermanfaat sebagai referensi ataupun data pembanding bagi penelitian searah dengan materi kajian yang lebih luas.

##### 1.4.2. Manfaat Praktis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam perumusan kebijakan mengenai wilayah pengembangan sapi potong dengan genotip yang beragam, khususnya penentuan wilayah pengembangan melalui pendekatan geografis berdasarkan konsep interaksi genetik dan lingkungan, dalam rangka produktivitas yang lebih baik dan efisien pada masa mendatang. Hasil penelitian ini juga dapat menjadi bahan masukan untuk evaluasi kebijakan program *breeding* pada sapi potong khususnya, di Indonesia.





## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Sapi Bali dan Silangannya dengan Sapi Simmental

##### 2.1.1. Sapi Bali

###### 2.1.1.1. Asal Usul dan Karakteristik Sapi Bali

Hardjosebroto dan Astuti (1993) mengemukakan asal usul sapi Bali sebagai berikut: sapi Bali merupakan sapi asli Indonesia, berasal dari banteng (*Bibos banteng*) yang telah dijinakkan berabad-abad yang lalu. Diketahui ada beberapa sinonim berkaitan dengan sapi Bali, yaitu *Bos javanicus*, *Bos banteng*, dan *Bos sondaicus*. Nama yang lazim dipakai hingga saat ini adalah *Bibos sondaicus*. Ditinjau dari sistematika atau klasifikasi zoology, sapi Bali termasuk Familiia Bovidae, Genus *Bos*, dan Sub-genus *Bibovine*. Termasuk di dalam Sub-genus ini selain *Bibos sondaicus*, adalah *Bos gaurus*, *Bos frontalis*, dan *Bos sondaicus*.

Mengenai karakteristik sapi Bali, Talib *et al.* (2003); Martojo (2003); Toelihere (2003); Arman *et al.* (2007) merinci sebagai berikut: sapi Bali berukuran sedang, adanya dalam, tidak berpunuk dan kaki-kakinya ramping. Kulitnya berwarna merah bata. Cermin hidung, kuku dan bulu ujung ekornya berwarna hitam. Kaki di bawah persendian karpal dan tarsal berwarna putih. Kulit berwarna putih juga ditemukan pada bagian pantatnya dan pada paha bagian dalam kulit berwarna putih tersebut berbentuk oval (*white mirror*). Pada punggungnya selalu ditemukan bulu hitam membentuk garis (garis belut) memanjang dari gumba hingga pangkal ekor. Sapi Bali jantan berwarna lebih gelap bila dibandingkan dengan sapi Bali betina. Warna bulu sapi Bali jantan biasanya berubah dari merah bata menjadi coklat tua atau



hitam legam setelah sapi itu mencapai dewasa kelamin. Warna hitam dapat berubah menjadi coklat tua atau merah bata apabila sapi itu dikediri.

Diantara sapi Bali yang memiliki tanda-tanda tersebut, terdapat banyak sapi Bali yang menunjukkan penyimpangan, sebagaimana dikemukakan Hardjosubroto dan Astuti (1993) seperti berikut : a) Penyimpangan yang bersifat menurun secara dominan, yaitu: (1) sapi *injin*, adalah sapi Bali yang warna bulu tubuhnya hitam sejak kecil, bahkan warna bulu di bagian dalam telinganya juga hitam; yang jantan, sekalipun dikediri tidak terjadi perubahan warna, (2) sapi *mores* adalah sapi bali yang semestinya bagian bawahnya berwarna putih, tetapi ada warna hitam atau merah pada bagian tersebut, (3) sapi *poleng* adalah sapi Bali yang menunjukkan kelainan warna pada ekor dan adanya bercak-bercak putih, (4) sapi *cundang* adalah sapi Bali yang dahinya berwarna putih, b) Penyimpangan yang bersifat menurun secara resesif, yaitu: (1) sapi *putik* atau albino adalah sapi Bali yang tidak berpigmen, (2) sapi *gading* adalah sapi Bali yang mempunyai warna putih pada bulu/kulit di bagian moncong, c) Penyimpangan yang bersifat tidak menurun, yaitu: (1) sapi *tutul* adalah sapi Bali yang terdapat tutul-tutul warna putih pada tubuhnya, (2) sapi *bang* adalah sapi Bali yang kaos putih pada kakinya berwarna merah, (3) sapi *panjut* adalah sapi Bali yang ujung ekornya berwarna putih (4) sapi *dawuk* adalah sapi Bali yang bulu tubuhnya berwarna abu-abu (*dawuk*).

#### 2.1.1.2. Potensi Genetik dan Keunggulan Sapi Bali

Sapi Bali mempunyai sifat genetik berupa kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap lingkungan setempat, yakni dapat beradaptasi terhadap kondisi daerah tropic yang panas ataupun basah dan tahan terhadap beberapa jenis ektoparasit terutama jenis *Boophilus sp.* (Talib *et al.*, 2003). Selain sifat-sifat tersebut, sapi Bali



(khususnya sapi Bali yang terdapat di Pulau Bali) diketahui memiliki sifat genetic yang menjadikan kelemahan bagi sapi Bali itu sendiri, yaitu rentan terhadap penyakit Jembrana, ingusan (MCF), dan diare ganas (Martoyo, 2003; Toelhere, 2003).

Diketahui pula bahwa sapi Bali memiliki beberapa keunggulan dibanding bangsa-bangsa sapi lainnya di Indonesia, misalnya sapi Bali akan menunjukkan perbaikan performan (penampilan) pada lingkungan baru yang lebih baik, dan menunjukkan sifat-sifat produktif yang lebih baik bila dipindahkan dari lingkungan buruk ke lingkungan yang lebih baik (Gunawan *et al.*, 1998). Selain cepat beradaptasi pada lingkungan yang baru, sapi Bali juga dikenal cepat berkembangbiak (fertilitasnya tinggi) dengan angka kelahiran mencapai 85% dan kesuburan (fertilitas) induk mencapai rata-rata 86% (Martoyo, 1998). Sapi Bali juga sangat disukai oleh para petani karena memiliki kemampuan kerja yang baik (Umae dan Dwipa (1994), tahan terhadap caplak (Rosyidi, 2004). Bentuk tubuh sapi Bali terlihat kompak, halus dan harmonis, persentase karkas mencapai 56,6% (Moran, 1978) dengan kadar lemak daging hanya sekitar 2,0-6,5% (Arka, 1990), sehingga mempunyai potensi genetik untuk dikembangkan kearah bangsa sapi baru tipe pedaging.

Sapi Bali dapat hidup dan berproduksi walaupun pakannya hanya berupa daun bamboo kering, pelepah kelapa, batang ketela pohon, kaktus. Disamping itu, sapi Bali dapat hidup dengan baik meski tidak dikandangkan dan didera hujan maupun panas (Masudana, 2000). Sapi Bali yang dipelihara secara liar, mampu berkembangbiak cukup baik, mampu menghasilkan 7-14 embrio yang baik setiap superovulasi sehingga setiap ekor sapi Bali jantan dapat menurunkan lebih dari 30 ekor keturunan tiap tahun (Drajat, 2002).



Dengan demikian, sapi Bali dapat dikatakan memiliki keunggulan komparatif dan mudah dipelihara peternak di seluruh Indonesia, termasuk di daerah baru atau di daerah transmigrasi. Wirdayati dan Bamualim (1999) menyebutkan, bahwa perkembangan sapi Bali di NTT lebih baik dibanding sapi PO. Hal ini disebabkan sapi Bali memiliki daya tahan lebih tinggi terhadap suhu lingkungan yang panas, terhadap kualitas pakan yang rendah, dan memiliki sifat-sifat reproduksi lebih baik.

Disamping keunggulan tersebut, menurut Toelihere (2003), sapi Bali juga mempunyai beberapa kelemahan, yang utama adalah rentan terhadap penyakit jembrana, penyakit ingusan (MCF = *Malignant Catarrhal Fever*), dan penyakit Bali ziekte. Sehubungan dengan penyakit ingusan (MCF), oleh karena diduga domba sebagai pembawanya (*carrier*), maka dalam pemeliharaan sapi Bali dianjurkan tidak dicampur dengan ternak domba.

### 2.1.2. Sapi Simmental

Sapi Simmental merupakan salah satu bangsa sapi turunan *Bos taurus*, berasal dari lembah Simme, Swiss, dipublikasikan pertama kali pada tahun 1806 (Brings dan Brings, 2000). Pada awal 1785 parlemen Swiss membatasi ekspor sapi Simental karena mereka kekurangan sapi untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, kemudian pada awal abad ke-18 sapi Simmental disebar pada 6 benua (Usri dan Santosa, 1995).

Jumlah populasi sapi Simental diperkirakan sekitar 60 juta ekor. Blakely dan Bade (1992) menjelaskan, bahwa sapi Simmental sangat populer di Eropa dan populasinya tersebar di berbagai negara seperti Austria, Jerman, dan Perancis, bahkan sampai di luar Eropa seperti Afrika Timur dan Barat, Argentina, Brazil, Kanada, dan Amerika Serikat. Menurut Brings dan Brings (2000), sapi Simmental



meskipun produksi susunya cukup tinggi dan dimanfaatkan untuk produksi susu, mentega, dan keju, tetapi di negara-negara tertentu lebih diarahkan sebagai sapi pedaging yang tergolong unggul.

Karakteristik sapi Simmental ditunjukkan dengan bulu berwarna merah dan putih; warna putih terbanyak terutama pada bagian muka (kepala) hingga bagian bawah garis tubuh yaitu keempat kaki sampai dengan bulu ekor, sedangkan warna merah terdapat disekeliling mata, seluruh badan, dan biasanya terdapat bintik-bintik merah dengan warna agak bervariasi dari merah agak kuning kecoklatan sampai merah gelap (Brings dan Brings, 2000). Dewasa ini, warna rambut sapi Simmental kebanyakan berwarna hitam, karena peternak berkeyakinan sapi hitam mempunyai harga yang lebih baik (Usri dan Santosa, 1995).

Sapi Simmental tergolong sapi dengan ukuran tubuh besar (*largebreed*), karena postur tubuhnya besar, panjang, dan merupakan sapi tipe potong dengan perototan yang sangat banyak (Brings dan Brings, 2000), memiliki sifat pertumbuhan cepat, masak dini, tapi daya tahan panasnya rendah (Soejanto, 1992). Di beberapa negara, sapi Simmental dimanfaatkan juga sebagai hewan penarik beban, karena Sapi Simental adalah jenis sapi jinak dan mudah untuk dikelola dan dikenal (Usri dan Santosa, 1995).

### 2.1.3. Hasil persilangan Sapi Bali dengan Simmental (Sapi Simbal)

#### 2.1.3.1. Karakteristik dan Produktivitas Sapi Simbal

Sapi Simbal menunjukkan karakteristik antara lain: bulu tubuhnya berwarna merah kecoklatan, terdapat warna putih pada bagian dahi serta di bawah perut dan kaki, bibir dan hidung agak putih kemerahan, tanduk berwarna terang mengarah ke dorsolateral, tanda spesifiknya, adalah adanya warna putih terang pada bagian



muka sebagaimana dijumpai pada sapi Simmental (Umar dan Dwipa, 1998). Selain itu, sapi Simbal memiliki tubuh yang panjang dan dalam, kakinya kuat, penampilan tenang dan penurut sehingga dapat dimanfaatkan sebagai ternak kerja (Pribadi, 2002).

Sapi Simbal dikembangkan kearah sapi pedaging dengan memadukan kemampuan alamiah sapi Bali dalam menghadapi kondisi lingkungan yang berat dan keunggulan sapi Simmental dengan kecepatan pertumbuhan dan kualitas perdagangannya yang excellent. Keunggulan sapi ini diantara sapi Bali dan sapi-sapi *crossbred* yang ada, terlihat dari data bobot lahir, bobot sapih 205 hari, dan bobot umur setahun hasil IB di NTB, yaitu rata-rata bobot lahir untuk sapi Bali, Limbal, Brabal dan simbal berturut-turut 15,34 ; 24,92 ; 25,04 ; dan 28,13 kg, rata-rata bobot sapih 205 hari berturut-turut 111,37 ; 151,95; 157,93; dan 175,55 kg, rata-rata berat umur setahun berturut-turut 153,94 ; 252,45 ; 254,0 ; dan 262,96 kg (Drajat, 2002).

Demikian pula, sapi Simbal diketahui lebih unggul dibanding sapi Bali maupun sapi Limbal dan Brabal dalam hal: laju pertumbuhan (Umar dan Dwipa, 1998), kapasitas kerja dalam pengolahan tanah pertanian (Pribadi, 2002), tetapi dayatahan sapi Simbal terhadap gangguan caplak (ectoparasit) lebih rendah dibanding sapi Bali (Rosyidi, 2004).

#### 2.1.3.2. Prospek Pengembangan Sapi Simbal

Pengembangan sapi Simbal, selain di NTB, juga dilakukan di Sulawesi Selatan dan daerah Indonesia Bagian Timur lainnya. Sebagaimana halnya di NTB, sapi Simbal di Sulawesi Selatan juga menunjukkan keunggulan dengan performan produksi lebih tinggi dibanding sapi Bali. Laporan Tambing (2000) menyebutkan, introduksi genetik sapi Simmental pada sapi Bali melalui IB di Sulawesi Selatan



dapat memperbaiki berat lahir anak, dan lebih tinggi dibanding hasil silang Limousin x Bali. Tetapi, menurut Laporan Sasangka (2001), pertumbuhan ukuran-ukuran tubuh harian seperti penambahan berat badan (kg/ekor/hari), tinggi piindak (cm/ekor/hari), panjang badan (cm/ekor/hari), dan lingkar dada (cm/ekor/hari) pada umur 0-1 tahun maupun umur 1-2,5 tahun ditemukan masing-masing lebih tinggi pada sapi Limbal dibanding sapi Simbal. Namun demikian, kedua sumber tersebut menyebutkan bahwa sapi Simbal lebih disukai oleh kalangan peternak dibanding sapi-sapi *crossbred* lainnya karena berbagai alasan, terutama berat lahir yang lebih besar dan pertumbuhan lebih cepat (Tambing, 2000).

Persilangan sapi Bali dengan sapi Simmental yang telah berlangsung di berbagai daerah selama ini, khususnya di NTB, selain melahirkan F1 sapi Simbal jantan sebagai final stock sapi potong, diperkirakan sekitar 50% F1 tersebut merupakan sapi betina yang fertil (Drajat, 2002). Dalam pengembangan lebih lanjut di kalangan peternakan rakyat, menurut Maskur (2003), sapi betina F1 tersebut dikawinkan (*back crossing*) secara IB dengan semen Simmental atau sapi Bali yang menghasilkan turunan dengan genotip 25% Bali-75% Simmental atau 25% Simmental-75% Bali, dan terdapat kemungkinan F1 Simbal disilangkan dengan bangsa lainnya seperti Limousin, Brangus, atau Brahman. Demikian pula, F2 yang diperoleh telah mengalami perkembangbiakan lebih lanjut secara tidak terkendali, sehingga perlu dievaluasi genotip turunan yang dihasilkan. Fenomena demikian, menurut para pakar bidang Pemuliaan Ternak dinilai sebagai sistem breeding yang tidak terarah, sebagaimana dikemukakan Muladno (2011), bahwa sapi lokal kita sudah campur aduk akibat persilangan yang tidak terkendali sebagai akibat program inseminasi buatan yang kurang terarah dalam pelaksanaan di lapangan.



## 2.2. Produktivitas Ternak dan Faktor-faktor yang Mempengaruhi

### 2.2.1. Terminologi Produktivitas Ternak Potong

Produktivitas ternak adalah hasil yang diperoleh dari seekor ternak pada ukuran waktu tertentu (Hardjosubroto, 1994). Menurut Soeharsono (1998), produktivitas berkaitan dengan performan, yaitu manifestasi dari interaksi antara genotip dan lingkungan yang biasanya diukur melalui daya produksi, daya reproduksi, tingkah laku, kemampuan beradaptasi yang diukur dengan tingkat reaksi fisiologis terhadap perubahan lingkungan.

Produktivitas sapi potong biasanya dinyatakan sebagai fungsi dari tingkat reproduksi dan pertumbuhan (Tang *et al.*, 2011). Menurut Wodzicka-Tomaszewska *et al.* (1998), bahwa tingkat dan efisiensi produksi ternak dibatasi oleh tingkat dan efisiensi reproduksinya.

Tanari (2001) menyatakan bahwa yang termasuk dalam komponen ukuran produktivitas sapi potong adalah jumlah kebuntingan, kelahiran, kematian, panen pedet (*calf crop*), perbandingan anak jantan dan betina, jarak beranak, bobot lahir, bobot sapih, bobot setahun (*yearling*), bobot potong, dan penambahan bobot badan (laju pertumbuhan). Adapun secara keseluruhan, ukuran produktivitas ternak potong meliputi ukuran-ukuran kinerja produksi, reproduksi, dan respon fisiologis (Soeharsono, 1998).

#### 2.2.1.1. Kinerja Produksi

Kinerja produksi ternak potong merupakan ukuran-ukuran kuantitatif yang ditampilkan ternak yang menunjukkan potensi dan hasil proses produksinya, baik dalam keadaan hidup maupun setelah dipotong (Soeharsono, 1998). Beberapa komponen kinerja produksi dimaksud, dapat dikemukakan sebagai berikut :



1) Bobot lahir (*birth weight*) adalah, hasil penimbangan anak sapi (pedet) pada saat dilahirkan hingga tidak lewat dari 24 jam (Hardjosubroto dan Astuti, 1993). Bobot lahir setiap sapi berbeda-beda, perbedaan tersebut dipengaruhi oleh bangsa ternak, ukuran tubuh induk, kualitas dan kuantitas pakan yang diberikan dan tipe kelahiran.

Menurut Tolihere (1993), terdapat hubungan antara umur dan bobot badan induk dengan bobot lahir anak, korelasi bobot badan induk dengan bobot lahir lebih erat dari pada antara umur induk dengan bobot lahir. Akan tetapi sebaliknya, Mulick dan Syrtad (1990) berpendapat, bahwa bobot badan induk menentukan bobot lahir anak tetapi peranannya tidak begitu banyak, sebab banyaknya daging dan lemak pada tubuh induk dapat mengganggu secara fisik pertumbuhan fetus.

Tabel 1. Bobot Lahir Beberapa Sapi Potong di Indonesia

No.	Sapi	Bobot Lahir (Kg)			S u m b e r
		Jantan	Betina	Rerata	
1.	Bali	17,50±7,47	16,02±2,16	16,70±2,25 13,90±1,28	-Martoyo (2003) -Talib <i>et al.</i> (2003)
2.	Simbal (Simmental x Bali)	28,30±1,05	26,27±1,25	28,13±2,44 27,28±1,15	-Ashari (2013) -Zaenuri (2008)
3.	Limbal (Limousin x Bali)			24,92±1,65	Drajat (2002)
4.	PO LimPO (Limousin x PO)	29,51±1,13 34,00±5,16	27,90±1,53 31,58±2,05	28,75±1,33 32,79±3,58	Nugroho (2012) <sup>2)</sup>

Keterangan: <sup>1)</sup> berarti data diolah dari sumber tersebut

Soeharsono (1998) menjelaskan, bobot lahir berhubungan erat dengan potensi pertumbuhan. Dalam hal ini, sapi dengan bobot lahir tinggi akan menunjukkan penambahan bobot badan harian (*daily gain*) lebih tinggi karena memiliki jumlah sel penyusun tubuh lebih banyak untuk proses *hyperplasia* dan



*hypertrophy*, serta berkaitan dengan ukuran kerangka tubuh dan kapasitas alat pencernaan.

Menurut Martojo (2003), jenis kelamin sapi sangat berpengaruh terhadap bobot lahir. Dijelaskan bahwa pada sapi Bali, bobot lahir sapi jantan lebih berat 1,0 kg dibanding sapi betina. Diketahui juga, bahwa terdapat perbedaan bobot lahir antara sapi Bali di daerah pantai (dataran rendah), dataran sedang, dan daerah pegunungan (dataran tinggi). Martojo (1995) melaporkan, sapi Bali di daerah pantai menunjukkan bobotlahir paling rendah, sedangkan di dataran tinggi dijumpai paling tinggi, dan di dataran sedang bobot lahir sapi Bali mendekati rerata di dataran tinggi.

2) Bobot sapih (*weaning weight*), adalah hasil penimbangan ternak pada saat disapih (Hardjosubroto dan Astuti, 1993). Saat penyapihan (umur sapih) pada sapi umumnya sangat beragam, berkisar 3 - 8 bulan (Soeharsono, 1998), oleh karena itu dilakukan standarisasi penentuan bobot sapih sapi pada umur 205 hari, atau dikenal dengan bobot sapih 205 hari.

Tabel 2. Bobot Sapih Beberapa Sapi Potong di Indonesia

No	Sapi	Bobot Sapih (kg)			Sumber
		Jantan	Betina	Rerata	
1.	Bali	86,00±11,90	76,09±8,17	86,04±10,14	-Martojo (2003) -Talibetal. (2003)
				77,50±11,28	
2.	Simbal (Simmental x Bali)	131,32±21,3	128,27±15,9	175,58±12,44	-Ashari (2013) -Zaenuri (2008)
				129,79±19,03	
3.	Limbal (Limousin x Bali)			151,95±22,34	Drajat (2002)
4.	PO	74,85±9,96	73,32±12,03	74,08±11,02	
5.	LimPO (Limousin x PO)	93,39±21,68	78,32±18,15	85,85±19,41	Nugroho (2012) <sup>*)</sup>

Keterangan: \*) data dari sumber tersebut merupakan data bobot sapih 105 hari

Penyapihan pada anak sapi (pedet) kadang-kadang dilakukan secara dini, yaitu pada umur 8-12 minggu. Hal ini dapat berpengaruh pada rendahnya prestasi



produksi sapi setelah sapih karena secara fisiologis, pedet masih berada pada fase pra sapih yang merupakan fase kritis dengan kondisi organ pencernaan yang belum mampu menerima pakan berenergi secara maksimal sehingga masih harus memperoleh susu dari induknya sampai mencapai umur sapih semestinya (Blovin *et al.*, 1992). Penyapihan sebelum waktunya menyebabkan pedet rentan terhadap penyakit karena belum mampu secara aktif membentuk antibodi untuk melindungi dirinya (Deneberg *et al.*, 1988). Sapi potong di Jawa dan Sumatera disapih rata-rata pada umur 5,44 bulan (Sumadi *et al.*, 2008), sedangkan sapi Bali di NTB disapih rata-rata pada umur 4,80 bulan (Arman *et al.*, 2007).

Bobot sapih dapat digunakan sebagai acuan untuk mengetahui produksi susu dan sifat keindukan (*maternal ability*), dan merupakan petunjuk yang baik untuk mengetahui potensi genetik pertumbuhan pedet (Pane, 1993). Dijelaskan, bobot sapih dipengaruhi oleh faktor keturunan, lingkungan, bobot lahir, produksi susu induk, dimana faktor-faktor tersebut saling berhubungan dan mempengaruhi pertumbuhan dari lahir sampai mencapai umur sapih. Pertumbuhan selama fase pra sapih, menurut Sugeng (2003), merupakan pertumbuhan periode awal yang paling cepat hingga pedet berumur 6-8 bulan dan terjadi pertumbuhan tulang untuk pembentukan kerangka tubuh yang kuat bagi perlekatan timbunan daging.

3) Bobot umur setahun (365 hari), yaitu bobot badan sapi hasil penimbangan pada saat sapi mencapai umur 365 hari. Bobot badan pada umur setahun pada sapi potong merupakan ukuran kinerja produksi yang sangat penting, karena dapat digunakan untuk menilai prestasi sapi tersebut dalam melalui fase pertumbuhan cepat yang dimulai sejak umur sapih (6-8 bulan) hingga mencapai masa pubertas pada umur 10-12 bulan (Sugeng, 2003).



Bersamaan dengan tercapainya pubertas pada umur sekitar 1 tahun untuk sapi tropik (Faicha, 1996), pertumbuhan sapi mencapai "titik infleksi" yaitu titik balik antara pertumbuhan cepat dan pertumbuhan lambat. Oleh karena itu, menurut Backer (1993), pengukuran bobot badan sapi pada umur 1 tahun sangat penting pula guna menunjukkan bobot badan yang dicapai pada umur pubertas dan capaian bobot badan saat terjadi "titik infleksi" pertumbuhan.

Bobot badan umur setahun biasanya dijadikan salah satu kriteria dalam pemilihan sapi bibit disamping ukuran tinggi pundak (Sudrana dan Martojo, 1994), juga dalam pemilihan sapi jantan bakalan untuk penggemukan (Arman *et al.*, 2007). Bobot badan umur 365 hari sapi potong di Indonesia, dikemukakan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Bobot Badan Umur Setahun Beberapa sapi potong di Indonesia

No	Sapi	Bobot Badan 365 hari (kg)			Sumber
		Jantan	Betina	Rerata	
1.	Bali	125,62±16,5	103,41±12,1	114,51±14,30 127,50±15,70	-Arman <i>et al.</i> (2007) -Talib <i>et al.</i> (2002)
2.	Simbal (Simmental x Bali)	214,54±18,2	190,07±12,4	262,96±16,42 202,30±15,30	-Drajat (2002) -Zaenuri (2008)
3.	Limbal (Limousin x Bali)	-	-	250,45±18,15	Drajat (2002)
4.	PO	163,73±33,8	149,61±24,4	156,67±29,10	
5.	LimPO (Limousin x PO)	205,62±28,8	186,62±28,5	196,12±28,61	Nugroho (2012) <sup>1)</sup>

Keterangan: <sup>1)</sup> berarti data diolah dari sumber tersebut

4) Bobot badan sapi dewasa (>2 tahun), yaitu bobot badan sapi hasil penimbangan pada sapi umur >2 tahun. Sapi dewasa adalah sapi yang telah mencapai dewasa kelamin maupun dewasa tubuh (Buchram dan Thomas, 2007), dimana dewasa tubuh pada sapi umumnya dicapai pada umur 15-20 bulan (Sugeng, 2003).



Ditinjau dari kurva pertumbuhan sapi potong (Pane, 1993), pada saat sapimencapai umur dewasa, laju pertumbuhannya mulai terlihat sangat lambat dan akhirnya terhenti. Menurut Soeharsono (1998), pertumbuhan daging pada sapi potong biasanya terhenti pada umur 2,5-3,0 tahun.

Kinerja pertumbuhan sapi silangan (*crossbred*) dalam suatu lingkungan dapat diketahui lebih jelas setelah sapi tersebut melalui semua fase pertumbuhannya yang berakhir saat dicapainya kedewasaan (Buchram dan Thomas, 2007). Oleh karena itu, evaluasi kinerja pada sapi dewasa menjadi sangat bermanfaat.

Tabel 4. Bobot Badan Dewasa Beberapa Sapi Potong di Indonesia

No.	Sapi	Bobot Badan pada Umur >2 tahun (kg)			Sumber
		Jantan	Betina	Rerata	
1.	Bali	316,55±26,7	244,27±10,3	280,41±15,35	-Arman <i>et al</i> (2007)
		-	-	303,30±15,90	-Talib <i>et al.</i> (2002)
2.	Simbal (Simmental x Bali)	-	-	422,93±20,64	-Drajat (2002)
		472,84±31,5	349,75±67,1	411,29±49,30	-Ashari (2012) <sup>1)</sup>
3.	Limbal (Limousin x Bali)	-	-	404,56±33,24	Drajat (2002)
4.	PO	315,60±39,5	-	-	-
5.	SimPO (Simmental x PO)	437,02±11,6	-	-	de Carvalho <i>et al.</i> , (2012)

Keterangan: <sup>1)</sup> berarti data diolah dari sumber tersebut

5) Pertumbuhan, adalah kinerja produksi yang diukur berdasarkan laju penambahan bobot badan (*gain*), biasanya dihitung per hari (*daily gain*). Data pertumbuhan untuk ternak potong pada umumnya sangat penting diketahui, hal ini karena secara fisiologis, produksi ternak potong merupakan hasil dari proses



pertumbuhain. Pane (1993) mengemukakan, sapi yang berbeda jenis, karena genotip, akan berbeda dalam potensi pertumbuhannya. Untuk beberapa genotip sapi potong di Indonesia, data pertumbuhannya dikemukakan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Tingkat Pertumbuhan Beberapa Sapi Potong di Indonesia

No	Sapi	Pertambahan Bobot Badan Harian (kg/hari)			S u m b e r
		Jantan	Betina	Rerata	
1.	Bali	0,325±0,04	0,284±0,02	0,303±0,03	Arman et al (2007)
2.	Simbal (Simmental x Bali)	0,543±0,05	0,475±0,03	0,567±0,05 0,504±0,04	Drajat (2002) Ashari (2012)
3.	Limbal (Limousin x Bali)	-	-	0,522±0,06	Drajat (2002)
4.	PO	0,340±0,12	0,285±0,11	0,312±0,11	Nugroho (2012)
5.	SimPO (Simmental xPO)	0,550±0,11	0,480±0,10	0,515±0,10	de Carvalho <i>et al.</i> , (2010)

Keterangan: <sup>1)</sup> berarti data diolah dari sumber tersebut

Pertumbuhan pada dasarnya merupakan manifestasi dari perubahan-perubahan dalam unit tubuh terkecil yaitu sel, yang mengalami pertambahan jumlah (*hyperplacia*) dan pertambahan ukuran (*hypertrophy*). Lindsay (1993) menyatakan, pertumbuhan secara sederhana dapat didefinisikan sebagai suatu peningkatan ukuran tubuh ternak, tetapi bila pertumbuhan dibedakan dari penggemukan maka di dalamnya tidak termasuk pertambahan ukuran akibat deposisi lemak; dengan demikian, pertumbuhan diartikan sebagai peningkatan jumlah protein tubuh.

Menurut Acker (1993), penggemukan termasuk bagian dari pertumbuhan, sebab pertumbuhan secara utuh merupakan peningkatan jaringan, termasuk *muscle* (otot), *bone* (tulang), dan *fat* (lemak). Berdasarkan pengertian ini, Forrest (1995) membagi pertumbuhan menjadi dua macam, yaitu "pertumbuhan



sebenarnya" (*true growth*) dan "pertumbuhan daiam proses penggemukan" (*fattening*) ; pertumbuhan sebenarnya adalah pertumbuhan yang meliputi jaringan otot, tulang, dan organdalam, sedangkan pertumbuhan dalam proses penggemukan adalah peningkatan jaringan adipose (depot lemak).

Pertumbuhan daging pada sapi potong biasanya terhenti pada umur 2,5-3,0 tahun (Soeharsono, 1998). Titik balik antara pertumbuhan cepat dan pertumbuhan lambat disebut "titik infleksi", biasanya dicapai bersamaan dengan tercapainya pubertas (Faicha, 1996).

Berg dan Butterfield (1996) menjelaskan, selama pertumbuhan postnatal, tulang tumbuh secara kontinyu dengan laju relatif lambat, sementara pertumbuhan daging relatif cepat, sehingga rasio antara otot dan tulang meningkat. Soeharsono (1998) menjelaskan, hambatan pertumbuhan fisik tidak jarang dijumpai pada lemak akibat proses di dalam tubuh ternak itu sendiri, meskipun pakan dan pengelolaan dilaksanakan sebaik mungkin. Sebagai contoh, ternak tidak bertambah beratnyanamun tetap memperlihatkan perubahan konformasi. Hal ini menunjukkan adanya perkembangan proporsional sel-sel tetapi tidak direfleksikan ke dalam penambahan bobot badan.

Sesuai dengan pola pertumbuhan komponen-komponen karkas, yang diawali dengan pertumbuhan tulang yang kemudian setelah ternak mencapai pubertas akan mengalami penurunan, maka pada periode penggemukan, pertumbuhan otot akan menjadi sangat lambat (Forrest, 1995). Selama fase penggemukan persentase lemak dalam jaringan meningkat, sehingga mempunyai pengaruh besar terhadap proporsi jaringan otot dalam karkas yang akhirnya mempengaruhi nilai karkas (Berg dan Butterfield, 1996).



6) Efisiensi pertumbuhan, yaitu tingkat pertumbuhan (pertambahan bobot badan) yang dicapai dari jumlah energi pakan yang dikonsumsi, yang dapat ditentukan dengan membagi total nutrient dapat dicerna (TDN, kg) dalam pakan yang dikonsumsi dengan pertambahan bobot badan (kg) yang dicapai (Glimp, 1998). Adapun konsumsi energi pakan, adalah jumlah pakan yang dikonsumsi (kg) dikalikan dengan kandungan energinya (kcal/kg), sedangkan kandungan energi pakan, dapat diketahui dengan menganalisis sampel pakan menggunakan perangkat bomb calorimeter (Gufran, 1995).

Olson *et al.* (1997) menganalisis efisiensi pertumbuhan (*growth efficiency*) pada beberapa sapi potong silangan (*crossbred*), yaitu dari konsumsi TDN (*total digestible nutrient*) tiap individu dibagi dengan pertambahan bobot badan (*gain*) yang dicapai, atau dinyatakan dengan TDN/*Gain*. Bogart *et al.* (1993) menyatakan efisiensi pertumbuhan sebagai efisiensi penggunaan pakan (*efficiency of feed utilization*) yaitu pertambahan bobot badan (*gain*) yang diperoleh per unit pakan yang dikonsumsi. Menurut Wang *et al.* (2006), sifat produksi pada ternak potong yang terpenting adalah efisiensi pertumbuhan dengan komponen-komponen ukurannya meliputi: pertambahan bobot badan harian rata-rata (*average daily gain*, ADG), konsumsi bahan kering pakan (*dry matter intake*, DMI), rasio konversi pakan (*feed conversion ratio*, FCR), dan sisa pakan (*residual feed intake*, RFI).

Bogart *et al.* (1993) menyatakan, studi fisiologis menyangkut efisiensi pertumbuhan akan dapat menerangkan: (1) perbedaan pada sifat lapar (*appetite*), dalam hal ini, apakah ternak yang mengonsumsi pakan lebih banyak akan bertumbuh lebih cepat dan efisien, (2) perbedaan dalam kemampuan mencerna pakan yang dimakan, (3) perbedaan dalam metabolisme berkaitan dengan respon fisiologis ternak terhadap lingkungannya, mengingat adanya beberapa ternak yang



menunjukkan pertumbuhan tinggi dalam suatu lingkungan tetapi tidak efisien dalam mengkonversi pakan yang dimakan kepada pertambahan bobot badan dalam lingkungan yang lain.

Efisiensi pertumbuhan pada sapi potong dipengaruhi antara lain oleh jenis kelamin dan bobot badan. Hal ini terlihat dari laporan Bogart *et al.* (1993) dan Tchanosod *et al.* (1991) sebagaimana dikemukakan dalam Tabel 6, bahwa sapi jantan menunjukkan efisiensi pertumbuhan lebih tinggi dibanding sapi betina, baik sapi jantan maupun betina efisiensi pertumbuhannya semakin rendah dengan semakin tinggi bobot badan. Dijelaskan lebih lanjut, bahwa sapi potong silangan dengan heterosis bobot badan tinggi menuntut asupan pakan yang lebih banyak dengan semakin tinggi bobot badannya, sehingga timbul konsekwensi menurunnya efisiensi pertumbuhan yang dicapai.

Tabel 6. Efisiensi Pertumbuhan Sapi Potong Silangan pada Beberapa Tingkatan Bobot Badan

No.	Tingkatan Bobot Badan (lb.)	Efisiensi Pertumbuhan (Gain/lb.pakan)			S u m b e r
		Jantan	Betina	Rerata	
1.	500	0,188	0,141	0,164	Tchanosod <i>et al.</i> (1991)
2.	600	0,162	0,118	0,140	
3.	700	0,135	0,106	0,125	
4.	800	0,110	0,082	0,094	

Kinerja produksi sapi potong akan dinyatakan tinggi atau rendah apabila telah dibuktikan dengan analisis efisiensi produksinya (Soeharsono, 1998), baik dari aspek fisiologis (efisiensi pertumbuhan) maupun aspek praktis (efisiensi ekonomi).

Sehubungan dengan berkembangnya sapi-sapi potong silangan di Indonesia yang rata-rata menunjukkan heterosis sifat produksi (bobot badan), Astuti (2004) berpendapat, persilangan memanfaatkan heterosis sehingga persilangan pada sapi



potong hanya dapat meningkatkan karakteristik produksi meskipun belum tentu efisien, dan tidak dalam reproduksinya, oleh karena itu interaksi antara heterosis dan lingkungan sangat penting dianalisis kearah efisiensi.

#### 2.2.1.2. Kinerja Reproduksi

Reproduksi atau perkembang biakan merupakan dasar produktivitas segala usaha dalam bidang peternakan, karena peranannya dimulai dari awal (Pane, 1986), dan, merupakan upaya penangkaran jumlah populasi (Hardjosubroto dan Astuti, 1993). Adapun proses reproduksi, menurut Toelihere (2002), adalah serangkaian aktifitas faali dan biokimia dari tubuh secara berkesinambungan dalam proses untuk pengadaaan keturunan. Proses dimaksud akan ditentukan oleh sifat-sifat reproduktif yang dimiliki ternak sesuai dengan genetiknya, pengukuran sifat-sifat tersebut diperlukan untuk menentukan tingkatan kinerja reproduksinya (Lamberson, Maricle, 2008). Sifat reproduktif menurut Pane (1993), Cammack *et al.* (2009), Gunawan *et al.* (2011), merupakan sifat yang memiliki heretabilitas rendah, berkisar 0,03-0,05 (Cammack *et al.*, 2009), sehingga pengaruh lingkungan berperan sangat kuat terhadap sifat tersebut (Goyache dan Gutierrez, 2011).

Kinerja reproduksi ternak, adalah setiap sifat yang ditampilkan ternak berkaitan dengan kemampuan menghasilkan keturunan dalam suatu lingkungan (Drajat, 2000). Kinerja reproduksi ternak akan menentukan tingkat keberhasilan pelaksanaan reproduksi tenak, baik secara alami (kawin alami) maupun secara buatan (IB), yang dapat diukur dari tingkat efisiensi reproduksi sekelompok ternak betina setelah diadakan perkawinan atau inseminasi buatan (Suyadi *et al.*, 2013). Menurut Bearden dan Fuquai (1990) dan Hardjopranyoto (1995), beberapa ukuran efisiensi reproduksi dimaksud adalah: banyak kali perkawinan per kebuntingan



(*service per conception, S/C*), angka kebuntingan (*conception rate, CR*), angka kelahiran (*calvingrate*), jarak atau selang waktu antara melahirkan sampai bunting kembali (*days open, DO*), dan interval kelahiran pedet (*calving interval, CI*).

Secara umum, pelaksanaan reproduksi pada sapi potong dapat dinyatakan efisien apabila rata-rata setiap sapi induk yang dikawinkan atau di IB dapat menghasilkan satu anak dalam satu tahun (Drajat, 2002). Menurut Hardjopranyoto (1995), efisiensi reproduksi sapi dianggap baik apabila angka CR mencapai 65-75%, CI tidak lebih dari 12 bulan (365 hari), S/C rata-rata 1,65, dan angka *calvingrate* mencapai 45-65%. Adapun untuk DO yang baik, kisarannya adalah 55-85 hari (Hafez dan Hafez, 2008).

Tabel 7. Kinerja Reproduksi Beberapa SapiPotong di Indonesia

No.	Sapi	Kinerja Reproduksi					Sumber
		DO (hari)	S/C (kali)	CR (%)	Calv. R (%)	CI (hari)	
1.	Bali	105,0	1,3	88,4	85,7	360,9	Arman et al., 2007
2.	Limbal (Limousin x Bali)	169,3	2,3	67,7	56,6	445,0	Drajat, 2002
3.	Simbal (Simmental x Bali)	163,4	2,1	69,2	61,3	439,5	
4.	PO	135,5	1,8	36,2	-	429,0	Nugroho, 2012 <sup>2)</sup>
5.	LimPO (Limousin x PO)	138,7	1,8	41,3	-	435,0	
6.	SimPO (Simmental x PO)	189,0	1,9	68,0	55,4	465,0	Putro, 2009

Keterangan: <sup>2)</sup> berarti data diolah dari sumber tersebut

Tingkat efisiensi reproduksi ternak sangat penting untuk dijadikan dasar pertimbangan dalam upaya peningkatan populasi sapi potong di Indonesia, karena rata-rata sapi potong yang ada, kecuali sapi Bali, menunjukkan kinerja reproduksi



yang relatif rendah (Yuliani dan Sumadiasa, 2002). Kinerja reproduksi yang rendah akan menambah biaya produksi dalam usaha perbibitan sapi, sehingga sangat berpotensi menimbulkan kerugian secara ekoriomi. Suyadi *et al.* (2013) mengemukakan, berbagai macam kerugian yang harus ditanggung oleh peternak akibat panjangnya selang beranak (*calving interval*) dan tingginya angka S/C adalah besarnya biaya pakan setiap hari yang harus dikeluarkan untuk induk yang kurang reproduktif, keterlambatan memperoleh anak yang segera dipasarkan atau dipakai sebagai calon induk, serta rendahnya kemampuan induk untuk memproduksi anak selama masa hidupnya.

Indikator terpenting keberhasilan usaha peternakan sapi dari segi reproduksi adalah terjadinya kelahiran pedet setiap tahun, atau setiap sapi induk menunjukkan interval beranak (*calving interval*) sekitar satu tahun (Hanzen *et al.*, 1994; Shrestha *et al.*, 2004; Cammack *et al.*, 2009; Kamal *et al.*, 2012). Keadaan tersebut dapat terjadi apabila sapi induk segera menunjukkan estrus setelah beranak (*estrus post partum*) dan bisa dikawinkan sekitar 65 hari post partum yang diikuti terjadinya kebuntingan dalam waktu 85-90 hari *postpartum* (Opsomer *et al.*, 1998; Noakes, 2000; Jaenudeen dan Hafez, 2008).

Kendala yang sering dihadapi adalah, kelambatan sapi induk menunjukkan estrus setelah melahirkan yang menyebabkan menjadi panjangnya periode *anestrus postpartum* (Zdunczyk *et al.*, 2002; Shrestha *et al.*, 2004; Kamal *et al.*, 2012). Hal ini, pada gilirannya menyebabkan menjadi panjangnya masa kosong (*days open*) yang kemudian berdampak pada panjangnya *calving interval* (Luthfi *et al.*, 2011), yaitu suatu indikator paling sederhana untuk menilai tingkat efisiensi reproduksi ternak (Rukkwamsuk, 2011).



### 2.2.1.3. Kinerja (Respon) Fisiologis

Respon fisiologis, menurut Soeharsono (1998) adalah, fenomena yang ditampakkan ternak secara klinis fisiologis sebagai akibat interrelasi faktor internal (genetik) dengan faktor eksternal (lingkungan), yang dapat diamati secara insidental maupun kontinyu dan manifestasinya dapat diukur secara fisik praktis (produktivitas). Iklim (suhu udara, kelembaban, radiasi sinar matahari, angin) adalah faktor eksternal terpenting dalam kehidupan ternak, karena unsur-unsur iklim tersebut, baik secara sendiri-sendiri maupun bersama-sama, terus menerus berhubungan dengan faktor internal tubuh ternak. Pengaruh awalnya adalah terhadap fungsi beberapa organ internal (fisiologis) tubuh seperti jantung, sistem pernafasan, sistem ekskresi, dan lain-lain, yang manifestasinya pada pengaturan suhu tubuh (thermoregulasi), aktifitas thermoregulasi akan mempengaruhi penggunaan energi di dalam tubuh, yang, pada gilirannya akan mempengaruhi efisiensi energetika proses produksi (Blackshaw dan Blackshaw, 1994).

Respon fisiologis ternak terhadap lingkungan klimatologis, dapat diukur antara lain dari suhu tubuh, frekuensi respirasi, denyut nadi (pulsus), laju perkeringatan (*sweating rate*) (Od'Ompanich, 1991), juga dari nilai hematologis seperti hematokrit (*packed cell volume*, PCV), jumlah sel darah merah (eritrosit), kadar hemoglobin (Hb), serta metabolit darah seperti kadar glukosa darah, kadar urea darah, dan mineral (Nayddin *et al.*, 2010). Kinerja fisiologis beberapa genotip sapi potong di Indonesia, dikemukakan dalam Tabel 8.

1) Suhu tubuh, pada dasarnya merupakan panas hasil metabolisme yang beredar melalui aliran darah ke seluruh tubuh, suhu tubuh sesungguhnya (*true body*



*temperature*) adalah suhu darah yang meninggalkan jantung (Olusanya & Heat, 1985). Suhu tubuh berkaitan dengan panas tubuh, sehingga tergantung pada jumlah kalor per unit massa jaringan, adapun panas tubuh adalah jumlah panas yang diproduksi tubuh (*heat production*) dan panas yang berpindah (*heat transfer*) baik dari tubuh ternak ke lingkungan maupun sebaliknya (Depamede *et al.*, 2008). Dikemukakan lebih lanjut, bahwa panas yang dihasilkan ternak (*heat production*) selama metabolisme merupakan fungsi dan status fisiologisnya, *feed intake* (ME), aktifitas, dan keperluan memelihara homeotermi (*coldthermogenesis*); sedangkan *heat transfer* (kalori/jam) dan tubuh ternak ke lingkungan atau sebaliknya tergantung pada luas permukaan tubuh, perbedaan suhu antara tubuh ternak dan lingkungannya, dan *specific heat conductance* dari permukaan tubuh ternak.

Suhu tubuh normal, sebagaimana dikemukakan Depamede *et al.* (2008), adalah suhu tubuh yang berada pada zona termonetral; bervariasi antara batas normal terendah dan batas normal tertinggi, tergantung umur, jenis kelamin, spesies dan bangsa, iklim (suhu dan kelembaban udara), tatalaksana, aktivitas kerja, dan aktivitas pencernaan. Misalnya, suhu tubuh normal pada sapi bervariasi antara batashormal terendah 38,0 °C dan batas normal tertinggi 39,5 °C. Suhu tubuh individu bervariasi sepanjang hari (variasi diurnal), yaitu mendekati batas normal terbawah pada saat menjelang pagi, sedangkan pada siang hari suhu tubuh mendekati batas normal teratas. Suhu tubuh individu juga bervariasi menurut tingkah laku (*behavior*), yaitu mendekati batas normal terbawah pada saat lapar, istirahat (tidur), sehabis minum air dingin cukup banyak, dan berada dalam lingkungan bersuhu rendah. Sedangkan pada saat sehabis makan, estrus, berada dalam lingkungan dengan suhu lebih tinggi dari suhu tubuh, maka suhu tubuh



mendekati batas normal tertinggi. Menurut Webster dan Wilson (1990), variasi suhu tubuh antara 0,6-1,2 adalah normal.

Data suhu tubuh ternak sangat penting disertakan dalam kajian produktifitas ternak, karena berkaitan dengan tingkat metabolisme sebagai respon fisiologis terhadap kondisi lingkungan eksterial. Menurut Curtis (1993), indikator termudah yang menggambarkan suhu tubuh ternak adalah suhu rektal.

2) Frekuensi respirasi, adalah kekerapan keluar masuknya udara pernapasan dalam waktu satu menit. Adapun respirasi, adalah proses pengambilan oksigen untuk metabolisme seluler dan pengeluaran karbondioksida hasil metabolisme dari tubuh (Morrison dan Lofgreen, 1998). Respirasi juga berfungsi dalam pengaturan suhu tubuh (termoregulasi) dengan cara evaporasi, yaitu proses pengeluaran kelebihan produksi panas tubuh dalam upaya pengendalian suhu tubuh agar tetap dalam kisaran termonetral.

Produksi panas tubuh terus berlangsung sebagai proses oksidasi fisiologis organ-organ tubuh, yang untuk keperluan tersebut diperlukan sejumlah energi dari dari proses tersebut juga dihasilkan sejumlah kalor dalam bentuk panas (Kammal, 2010). Oleh karena itu, jika tubuh ternak mendapat transfer panas dari luar tubuh (lingkungan) sementara produksi panas tubuh terus berlangsung sehingga terjadi kelebihan panas di dalam tubuh yang menyebabkan suhu tubuh meningkat, maka proses evaporasi akan dipacu untuk membuang kelebihan panas tubuh dengan meningkatkan frekuensi respirasi (Habeeb *et al.*, 1992). Menurut Saeharsano (1998), cara pengeluaran kelebihan panas dari tubuh ternak secara evaporasi melalui peningkatan frekuensi respirasi dipandang lebih efektif, karena ternak pada umumnya tidak mempunyai kelenjar keringat dalam jumlah yang banyak.



3) Pulsus (denyut nadi), yaitu jumlah denyutan pembuluh darah nadi dalam satu menit, yang dapat diukur melalui palpasi pada pangkal paha bagian median, atau dengan memegang bagian pangkal ekor sisi bawah (ventral). Pulsus merupakan manifestasi aktifitas jantung dalam memompakan darah, sehingga terdapat hubungan erat antara pulsus dan laju aliran darah (Marai *et al.* 1991); dalam hal ini, peningkatan frekuensi atau jumlah pulsus mengindikasikan meningkatnya aktifitas jantung dan laju aliran darah.

Meningkatnya frekuensi pulsus terjadi pada suhu lingkungan yang tinggi, hal ini merupakan fungsi reflek homeostasis aliran darah sesuai dengan tingkat metabolisme di dalam tubuh ternak (Aboul, 1997). Namun pada suhu lingkungan yang sangat tinggi, frekuensi pulsus justru bisa menurun disebabkan menurunnya laju metabolisme sebagai upaya fisiologis dalam mengurangi produksi panas tubuh pada ternak yang mengalami cekaman panas (Yousef, 1992).

Peranan kardiovaskuler dan aliran darah pada ternak sangat penting, khususnya aliran darah ke jaringan, untuk memasok nutrien yang dibutuhkan untuk sintesis jaringan dan membawa hasil metabolisme. Meningkatnya aliran darah dari jantung ke permukaan adalah sebagai upaya membuang panas berlebih di dalam tubuh dengan cara sensibel maupun insensibel (Salem, 1990).

4) Nilai hematakrit (*Packed cell volume*, PVC), adalah persentase eritrosit terhadap plasma darah yang dinyatakan dengan volume endapan sel darah (Tilman *et al.*, 1991; Nayddin *et al.*, 2010), berisi butir-butir sel darah merah atau eritrosit (Frandsen, 1992). Nilai hematokrit dapat digunakan untuk memperoleh gambaran tingkat cekaman, terutama cekaman panas, yang dialami ternak. Dalam hal ini, banyak peneliti melaporkan bahwa nilai hematokrit menurun pada ternak yang



mengalami cekaman, yang disebabkan karena kerusakan sel-sel darah merah (eritrosit) dan/atau terjadinya haemodilusi (Shebaita dan Kamal, 1995), dan pengurangan jumlah kebutuhan oksigen seluler untuk meminimasi beban panas metabolisme (Lee *et al.*, 1996). Menurut Minett (Cockrill, 1994), terdapat hubungan antara nilai hematocrit dengan daya tahan panas pada ternak besar.

Nilai hematokrit mencerminkan keadaan jumlah eritrosit dalam darah (Mawati *et al.*, 2004 ; Purbowati dan Purnomoadi, 2005). Perubahan nilai hematokrit hanyadapat terjadi karena perubahan kadar hemoglobin (Hb), jumlah eritrosit, atau perubahan volume cairan darah (Rimayanti *et al.*, 1994). Menurut Purbowati & Purnomoadi (2005), dalam keadaan kadar Hb dan jumlah eritrosit tidak menjadi penyebab berubahnya nilai hematokrit, maka penyebab paling kuat penurunan nilai hematokrit adalah perubahan kandungan air dalam darah karena adanya air metabolik hasil perombakan cadangan energi dalam tubuh yang masuk ke darah. Hal demikian dapat terjadi pada ternak dalam prases transpartagi dimana ternak tidak disediakan air minum, tetapi menunjukkan penurunan nilai hematokrit dibanding sebelum merrijaiani trarisportasi.

5) Jumlah sel darah merah (eritrosit), adalah jumlah butir sel darah merah dalam  $1 \text{ mm}^3$  darah. Eritrosit merupakan bagian utama sel darah, berfungsi mengikat oksigen dari paru-paru uniuik diedarkan ke seluruh tubuh dan mengikat karbondioksida dari jaringan untuk dikeluarkan dari tubuh melalui paru-paru (Soebagdja, 1998). Eritrosit juga berfungsi dalam sistem kekebalan tubuh, dalam hal ini, ketika eritrosit mengalami lisis oleh patogen atau bakteri maka molekul hemoglobin (Hb) yang terdapat di dalam eritrosit akan melepaskan radikal bebas yang akan menghancurkan dinding dan membran sel patogen kemudian



membunuhnya, juga berfungsi melebarkan pembuluh darah dan melancarkan laju aliran darah ke organ atau jaringan yang kekurangan oksigen (Samee, 1992).

Eritrosit berhubungan dengan hematokrit dan Hb, oleh karena itu, jumlah eritrosit dalam darah berpengaruh terhadap nilai hematocrit dan kadar Hb darah (Soebagdja: 1998). Jumlah eritrosit dipengaruhi oleh genotip (Sumaryadi, 1995), dan dijumpai menurun 12-20% pada sapi yang mengindikasikan sapi tersebut mengalami cekaman panas (Habeeb *et al.*, 1992). Menurut Shaffer *et al.* (1991); Habeeb *et al.* (1992), penurunan jumlah eritrosit pada sapi yang mengalami cekaman panas, disebabkan oleh kerusakan butir-butir eritrosit dan adanya efek haemodilusi.

6) Kadar hemoglobin (Hb), adalah banyaknya hemoglobin (gram) dalam 100 ml darah. Hemoglobin adalah senyawa protein yang terdiri atas hem dan globin, terdapat di dalam sel darah merah (Hardjosubroto dan Astuti, 1993), dan merupakan pigmen merah eritrosit. Dalam Hardjosubroto (1995) dikemukakan, pada sapi dikenal adanya tiga tipe Hb, yaitu *Hb-A* terdapat pada sapi-sapi *Bostaurus*, *Hb-O* pada *Bos indicus*, dan *Hb-X* pada *Bibos sondaicus* (sapi Bali).

Sifat khas hemoglobin adalah kesanggupan untuk berikatan dengan molekul oksigen dalam bentuk ikatan yang longgar sehingga dengan mudah terjadi reaksi timbal balik; sifat tersebut menjadikan hemoglobin memiliki fungsi yang sangat penting dalam kehidupan makhluk hidup yaitu sebagai pembawa oksigen pernapasan ke seluruh jaringan yang membutuhkan (Girindra, 1993). Hemoglobin juga berfungsi sebagai buffer di dalam eritrosit (Harper, 1999).

Kadar Hb darah pada sapi dipengaruhi oleh nutrisi dan umur fisiologis (Thahar dan Moran: Irawanto, 1997), juga dipengaruhi oleh genotip (Sumaryadi, 1995), iklim (suhu dan kelembaban), suhu tubuh sapi, dan aras nutrisi (Shaffer *et al.*,



1991). Menurut Minett (Cockrill, 1994), terdapat hubungan antara kadar Hb darah dengan daya tahan panas pada temak besar.

Sebagian besar peneliti melaporkan, bahwa kadar Hb pada sapi menurun selama sapi mengalami cekaman panas (Yousep, 1991), hal ini merupakan akibat depresi hematopoiesis yang dialami (Shebaita dan Kamal; Habeeb *et al.*, 1992), dan akibat terjadinya hemodilusi (Daader *et al.*, 1992). Dilaporkan juga, bahwa terdapat hubungan antara menurunnya kadar Hb darah dengan peningkatan proses evaporasi, volume darah, dan total cairan tubuh pada sapi Friesien yang diekspos dalam kondisi lingkungan tropis (Marai *et al.*, 1991).

7) Kadar glukosa darah, yaitu jumlah glukosa (mg) yang terdapat dalam setiap 100 ml darah. Glukosa adalah gula utama di dalam darah, yang melayani jaringan sebagai bahan metabolik utama; sumber glukosa darah yaitu dari karbohidrat makanan dan berbagai senyawa glukogenik yang mengalami glukoneogenesis (Dukes; Irawanto, 1997). Dijelaskan lebih lanjut, bahwa glukosa di dalam darah dapat bertambah melalui penyerapan dari saluran pencernaan, glikogenolisis dari glikogen hati, dan glikoneogenesis dari substansi bukan karbohidrat seperti asam amino, gliserol, asam propionat, dan lain-lain; glukosa darah juga bisa berkurang oleh proses oksidasi di dalam sel, disimpan sebagai glikogen, dikeluarkan melalui ginjal jika kadarnya naik melewati nilai ambang filtrasi, dan pengubahan glukosa menjadi lemak oleh hati, jaringan adiposa dan jaringan lainnya.

Mempertahankan kadar glukosa dalam darah hingga stabil merupakan yang paling baik pengaturannya dari semua mekanisme homeostasis di dalam hati, jaringan-jaringan ekstrahepatik, dan beberapa hormon mempunyai peranan. Kadar glukosa dalam darah merupakan faktor penting yang mengatur kecepatan



pemasukan glukosa dalam hati dan jaringan ekstrahepatik (Kaneko, 1991).

Bertambah atau berkurangnya kadar glukosa darah merupakan salah satu manifestasi respon fisiologis ternak terhadap lingkungan, baik lingkungan yang bersifat nutrisi, klimatologis, maupun manajerial (Sumaryadi, 1995). Kadar glukosa darah menggambarkan keadaan nutrisi, kerja hormon, dan kondisi fisiologis ternak (Irawanto, 1997), dan menunjukkan tingkat metabolisme energi sebagai respon termoregulasi ternak terhadap lingkungan dalam upaya homeostatis (Yousef, 1994).

Menurut Habeeb *et al.* (1992), berbagai hasil studi mengenai efek suhu lingkungan terhadap kadar glukosa darah tampak saling bertentangan (*conflicting*). Beberapa peneliti melaporkan, kadar glukosa darah berkurang secara signifikan dengan presentase berbeda antara bangsa-bangsa sapi yang berada pada kondisi cekaman panas (Ab-Samee, 1997; El-Masri, 1997; Yousef, 1994). Penurunan kadar glukosa darah selama sapi berada dalam lingkungan panas berkaitan antara lain dengan menurunnya kadar insulin (Herbein *et al.*, 1995), dan tiroksin (El-Masri, 1997), yang masing-masing sangat berhubungan dengan menurunnya laju metabolisme energi ketika sapi berada dalam lingkungan panas. Penurunan kadar glukosa darah dapat juga disebabkan bertambahnya porsi air dalam darah (efek hemodilusi atau pengenceran darah) dan cairan tubuh sebagaimana dijumpai pada semua sapi yang mengalami cekaman panas (Habeeb *et al.*, 1992), atau karena meningkatnya pemanfaatan glukosa untuk memperbanyak produksi energi bagi kebutuhan tingginya aktifitas respirasi.

Adapun beberapa penelitian lainnya melaporkan, bahwa kadar glukosa darah dapat meningkat akibat kondisi cekaman panas (Collier *et al.* 1992). Hal ini dapat disebabkan berkurangnya pemanfaatan glukosa, gangguan sekresi enzim katabolik



maupun anabolik, dan akibat menurunnya laju metabolisme (Webster, 1996; Habeebet al 1992). Atau, peningkatan kadar glukosa darah tersebut disebabkan oleh respirasi yang cepat (*panting*) yang menghasilkan meningkatnya pemecahan glikogen menjadi glukosa bebas karena meningkatnya hormon glukokortikoid (Thompson, 1993). Berbedanya efek cekaman panas terhadap kadar glukosa darah sehubungan dengan berbedanya hasil yang dilaporkan para peneliti, penyebabnya berkisar pada, apakah yang meningkat itu pemanfaatan glukosa dan glukogenesis atau glikogenolisis dan glukoneogenesis, dengan konsekuensi masing-masing pada peningkatan atau penurunan kadar glukosa darah (Habeeb et al. 1992).

8) Koefisien dayatahan panas (*heat tolerance coefficient, HTC*), yaitu tingkat toleransi ternak terhadap panas lingkungan sekitarnya. Cekaman panas yang dialami ternak direfleksikan pada perubahan suhu tubuh dan frekuensi respirasinya (Singh et al., 2014), oleh karena itu, pengukuran dayatahan panas pada ternak didasarkan pada respon suhu tubuh dan frekuensi respirasi (Atmadilaga, 1993; Sumaryadi, 1995).

Adanya perubahan suhu tubuh dan frekuensi respirasi akibat pengaruh suhu lingkungan akan mempengaruhi jumlah penggunaan energi untuk hidup pokok, pada gilirannya akan mempengaruhi efisiensi produksi maupun reproduksi ternak (Soeharsono, 1998); dengan mudahnya berubah suhu tubuh dan frekuensi respirasi menunjukkan bahwa ternak tersebut mempunyai dayatahan panas yang rendah. Soebagdja (1998) dan Depamede et al (2008) menyatakan, tingkat dayatahan panas suatu bangsa ternak dikategorikan baik jika nilai  $HTC = 2$ , semakin tinggi nilai  $HTC$  menunjukkan dayatahan panas semakin rendah.

Linderoth (2005) menyebutkan, HTC tiap individu berbeda-beda, tergantung umur, berat badan, status fisiologis, nutrisi, suhu dan kelembaban udara, tingkat produksi, dan lama ternak beradaptasi. Menurut Soeharsono (1998), diantara hal penting dan mendesak (urgen) untuk dilakukan bagi upaya meningkatkan produktifitas ternak di Indonesia, adalah penelitian toleransi panas ternak asli maupun silangan.

Tabel 8. Kinerja Fisiologis Beberapa Sapi Potong di Indonesia

No.	Parameter Kinerja Fisiologis	Nilai Normal <sup>1)</sup>	Jenis Sapi		
			Bali <sup>2)</sup>	PO <sup>3)</sup>	SimPO <sup>3)</sup>
1.	Suhu tubuh, °C	38,0-39,5	38,28	38,43	38,67
2.	Respirasi, kali/menit	10-30	24	26	31
3.	Pulsus, kali/menit	50-60	54	58	62
4.	Eritrosit, juta/mm	10,0-11,5	11,1	-	-
5.	Hematokrit, %	24,0-46,0	40,6	29,4	45,1
6.	Hemoglobin, gram %	14,0-16,0	14,8	15,2	15,5
7.	Glukosa darah, mg/dl	45,0-60,0	52,3	66,0	66,85
8.	Daya tahan anas	2,0	2,04	2,13	2,38

Sumber: <sup>1)</sup> Depamede et al. (2008); <sup>2)</sup> Jan et al. (2009); <sup>3)</sup> Lisda (2003)

Ternak yang secara genetik memiliki sifat daya tahan panas (HTC) rendah, apabila berada dalam lingkungan beriklim panas akan menggunakan lebih banyak energi yang dikonsumsi untuk aktifitas fisiologis hidup pokok (metabolisme basal) sehingga energi untuk pertumbuhan atau produksi menjadi berkurang (Tchanosod, 1991). Sapi termasuk golongan hewan homeotherm, yaitu hewan yang selalu berusaha mempertahankan suhu tubuhnya berada dalam kisaran yang relatif konstan (38,0-39,5 °C). Homeotermi merupakan salah satu bentuk homeostasis (Barnes et al., 2004; Farooq et al., 2010), dalam hal ini sapi berusaha memelihara



keseimbangan antara panas yang diproduksi tubuh (*heat production*) dan panas yang diterima tubuh dari lingkungan (*heat gain*) dengan panas yang dilepaskan tubuh ke lingkungan (*heat loss*). Menurut Soeharsono (1998), bila proses pelepasan panas berjalan seimbang dengan produksinya, maka ternak akan memperoleh rasa nyaman sehingga proses fisiologis akan berjalan secara normal.

### 2.2.2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produktifitas Sapi Potong

Produktifitas (P) ternak, secara umum dipengaruhi oleh faktor genetik (G), lingkungan (E), dan interaksi antara genetik dan lingkungan (GE), yang dinyatakan dalam persamaan:  $P = G + E + GE$  (Piggins, 1994). Demikian pula menurut Obese (2013), bahwa produktivitas nyata ternak merupakan hasil pengaruh genetik dan lingkungan terhadap komponen-komponen produktivitas dan interaksi antara keduanya. Mach (2009) menyatakan bahwa performan seekor ternak merupakan hasil dari pengaruh faktor keturunan dan pengaruh kumulatif dari faktor lingkungan yang dialami oleh ternak bersangkutan sejak terjadinya pembuahan hingga saat ternak diukur dan diobservasi.

Peranan masing-masing faktor tersebut sangat penting untuk dipahami (Owen, 1992), karena lingkungan secara utuh merupakan faktor utama yang mempengaruhi produktifitas ternak disamping faktor genetik. Menurut Soeharsono (1998), produktifitas berkaitan dengan performan, yaitu manifestasi dan interaksi antara genetik dan lingkungan yang biasanya diukur melalui daya produksi, daya reproduksi, tingkah laku, kemampuan beradaptasi yang diukur dengan tingkat reaksi fisiologis terhadap perubahan lingkungan.

#### 2.2.2.1. Faktor genetik



Hardjosubroto (1994) dan Astuti (2004) menyatakan bahwa faktor genetik ternak menentukan kemampuan yang dimiliki seekor ternak, sedang faktor lingkungan memberi kesempatan kepada ternak untuk menampilkan kemampuannya tersebut. Dalam Hardjosubroto dan Astuti (1993) dijelaskan, faktor genetik merupakan segala macam pengaruh yang disebabkan oleh gen; adapun pengaruh yang ditimbulkan oleh faktor genetik pada individu ternak disebut Genotip, pengaruh tersebut ditentukan oleh susunan gen yang dimiliki dan diwariskan kepada keturunannya.

Pane (1993) menjelaskan, bahwa genotip adalah jumlah seluruh sifat turunan sesuai dengan susunan genetik yang diperoleh dari penurunnya. Dikemukakan lebih lanjut, bahwa genotip suatu individu dapat ditentukan melalui observasi atau pengamatan efeknya terhadap fenotip atau dengan menelaah penurun-penurunnya terdahulu atau hasil keturunannya sendiri. Jika dua atau lebih individu berkembang (tumbuh) dalam lingkungan yang sama dan memperlihatkan fenotip yang berbeda, maka dapat disimpulkan bahwa individu-individu tersebut merupakan genotip yang berbeda. Sebaliknya, meskipun ada dua atau lebih individu yang bergenotip sama, tetapi berkembang dalam lingkungan berbeda, maka fenotip mereka kemungkinan besar tidak akan sama. Berbeda dengan fenotip yang dapat berubah setiap saat, genotip akan tetap konstan sepanjang hayat individu tersebut; meskipun demikian dapat saja terjadi perubahan pada gen, misalnya jika terjadi mutasi.

Faktor genetik diekspresikan pada perbedaan bangsa (*breed*) atau strain dalam satu spesies ternak, dalam hal ini, suatu bangsa atau strain memiliki genotip tertentu dan berbeda dengan bangsa atau strain lainnya, yang menyebabkan berbedanya lingkungan internal (lingkungan di dalam tubuh ternak itu sendiri) antara



satu bangsa ternak dengan bangsa lainnya (Od'Ompanich, 2010). Sapi potong merupakan hewan ternak dengan keanekaragaman jenis/bangsa tinggi dan ditemukan hampir di semua negara termasuk Indonesia (Lelana *et al.*, 2003). Wilayah Indonesia didiami oleh tiga bangsa besar ternak sapi potong yaitu Ongole, Bali, dan Madura beserta peranakan-peranakannya (Talib dan Siregar, 1998; Kusumaningsih, 2002; Chamdi, 2005).

Perbedaan bangsa pada sapi potong khususnya, diketahui sangat jelas pengaruhnya terhadap berbagai parameter performan, baik pada sapi jantan maupun sapi betina (Maricle, 2008). Perbedaan performan antara berbagai bangsa sapi potong merupakan ekspresi perbedaan genotip (Pane, 1993), sehingga memungkinkan produsen memilih salah satu set gen untuk mencapai tujuan tertentu pada suatu lingkungan tertentu (Subandriyo, 1997; Chamdi, 2005).

#### 2.2.2.2. Faktor Lingkungan

Faktor lingkungan dalam kehidupan dan produksi ternak memiliki cakupan yang sangat luas, sehingga sering diberi batasan secara umum sebagai factor non genetic. Phillips dan Piggins (1992) mengemukakan, bahwa menurut definisinya, faktor lingkungan yang dimaksud mengacu pada dua karakteristik yaitu: pertama, merupakan alam sekitar (*surroundings*) yang meliputi aspek fisik seperti tanah, air, udara, temperature, sinar matahari, dan lain-lain, dan kedua, merupakan segala sesuatu yang berkaitan dengan kondisi kehidupan dan tumbuhkembang ternak termasuk di dalamnya aspek campur tangan manusia. Menurut Soehasono (1998), faktor lingkungan yang mempengaruhi produktifitas ternak meliputi aspek-aspek yang bersifat klimatologis (suhu dan kelembaban udara, radiasi sinar matahari, angin, curah hujan, ionisasi), nutrisi (berkaitan dengan ketersediaan pakan,



kuantitas dan kualitasnya), dan manajerial (berkaitan dengan aspek manusia).

Vercoe dan Frisch (1996); Montaldo (2001) mengidentifikasi komponen-komponen utama faktor lingkungan yang membatasi produktifitas ternak yaitu: faktor iklim (a.l. temperatur, kelembaban, dan radiasi sinar matahari), eksternal parasit (a.l. kutu dan artropoda lainnya), parasit internal (a.l. gastrointestinal helminthes), protozoa, bakteri, fungi, dan virus, dan, keragaman kuantitas dan kualitas ketersediaan pakan.

Selain aspek-aspek yang telah disebutkan, berbagai penelitian menyangkut faktor lingkungan ternak sapi potong di negara-negara tropik khususnya, melaporkan adanya pengaruh aspek lingkungan yang bersifat geografis terhadap performan produksi maupun reproduksi, antara lain: *altitude* atau ketinggian tempat dari permukaan laut yang terdiri atas dataran rendah, dataran sedang, dan dataran tinggi atau pegunungan (Vostry *et al.*, 2009), *latitude* atau derajat kemiringan tempat (vanNiekerk *et al.*, 2004), topografi atau bentuk permukaan suatu wilayah (Soeharsono, 1998).

Faktor lingkungan sebenarnya hanya dapat mengakibatkan efek langsung terhadap fenotip, misalnya melalui pakan, akibat penyakit, dan pengelolaan (manajemen), tetapi tidak memberi efek langsung terhadap genotip. Faktor lingkungan hanya dapat mempengaruhi genotip secara tidak langsung melalui perubahan frekuensi gen, sehingga tipe-tipe tertentu diseleksi sebagai penurunan untuk generasi berikutnya, sedangkan sisanya diabaikan (Pane, 1993).

Makin besar perbedaan faktor lingkungan maka makin berbeda pula hasil yang didapatkan. Hal ini jejas terlihat, misalnya, dalam penelitian-penelitian yang pernah dilakukan mengenai sapi Bali yang dipelihara pada beberapa tempat yang berbeda pola tanam pada lahan pertaniannya (Darmaja, 1990). Hal ini juga terbukti bahwa keturunan dari satu atau beberapa pejantan akan mempunyai nilai mutu



(ranking) yang berbeda di daerah yang satu dibanding dengan di daerah lainnya (Pane, 1993). Demikian juga, hasil penelitian Martojo (1998) pada sapi Bali yang dipelihara di dataran tinggi (iklim sejuk dan lembab) dan yang dipelihara di dataran rendah yang iklimnya panas dan kering, menunjukkan adanya perbedaan fenotip seperti ukuran-ukuran vital tubuh (panjang badan, tinggi badan, lingkaran dada, dll.), konsumsi pakan, laju pertumbuhan, serta respon fisiologis.

Prinsip utama dari pengaruh lingkungan terhadap produktivitas pada sapi potong, menurut Soeharsono (1998), adalah bagaimana meminimumkan penggunaan energi untuk hidup pokok ternak agar penggunaan energi diarahkan secara efisien untuk proses produksi dengan produk utama daging atau pedet yang berkualitas sebagai ternak bibit maupun calon bakalan. Sejalan dengan prinsip tersebut, Collier dan Zimelman (2007) berpendapat, bahwa lingkungan ideal untuk proses produksi sapi potong adalah lingkungan yang, secara fisioklimatologis merupakan comfort zone bagi bangsa sapi bersangkutan, sehingga dari aspek nutrisi maupun manajemen diperoleh efisiensi yang tinggi.

#### 2.2.2.3. Interaksi Genetik dan Lingkungan

Perkembangan yang terjadi dalam industri peternakan sapi potong dewasa ini, dapat dikatakan sebagian besar merupakan dampak penerapan berbagai teknologi dibidang breeding dan reproduksi yang semakin meluas dengan hasil relatif berupa meningkatnya potensi genetik yang terlihat dari meningkatnya performan produksi ternak; peningkatan performan karena meningkatnya potensi genetik yang diperoleh sesungguhnya masih bersifat relatif, karena akan dibatasi oleh pengaruh faktor lingkungan. Hal ini karena, adanya interaksi antara genotip dan lingkungan (Alencar *et al.*, 2005; Maricle, 2008).



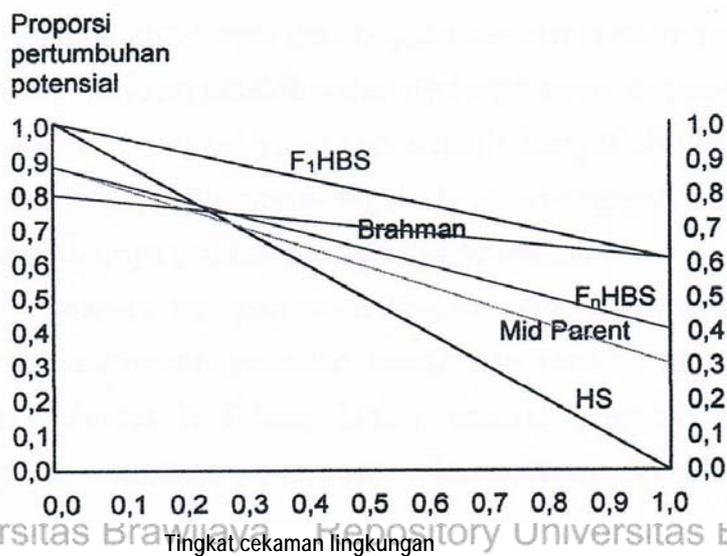
Interaksi genetik dan lingkungan dapat dinyatakan sebagai ketidaksamaan pengaruh lingkungan terhadap bangsa atau genotip ternak yang berbeda (Vercoe dan Frisch, 1992); hal ini berarti bahwa tidak ada ternak dengan genotip yang paling baik secara universal, karena genotip yang terbaik akan bervariasi dari suatu lingkungan ke lingkungan lainnya dan akan tergantung pada perubahan kondisi lingkungan yang dihadapi. Menurut Falconer & Mackay (1996), Kolmodin *et al.* (2002) dan Pegolo *et al.* (2009), interaksi genotip dan lingkungan dicirikan oleh perbedaan respon dari genotip-genotip terhadap lingkungan yang berbeda, sebagaimana juga dinyatakan Owen (1992), merupakan suatu perubahan relatif dalam ekspresi fenotip dari genotip-genotip apabila diamati pada lingkungan berbeda untuk suatu sifat tertentu. Menurut Mattar *et al.* (2011), performan ternak dan tetuanya dapat berubah menurut kondisi lingkungan dimana ternak tersebut dipelihara dan diseleksi. Oleh karena itu, kriteria seleksi yang berbeda dapat dipilih berdasarkan lingkungan pengembangbiakan ternak, sebagaimana dikemukakan Alencar *et al.* (2005).

Adanya interaksi genotip dan lingkungan dapat diketahui dengan menjabarkan fenotip sebagai fungsi kontinu dari lingkungan (Mattar *et al.*, 2011). Interaksi genotip dan lingkungan tidak begitu penting pada sebagian besar peternakan system intensif seperti pada peternakan babi, unggas, dan beberapa peternakan sapi perah, sebagaimana pada peternakan ekstensif ataupun semi-intensif, karena di dalam peternakan system intensif berbagai variable lingkungan seperti nutrisi, kondisi iklim, parasit serta sumber-sumber penyakit lainnya semuanya terkontrol secara seksama; adapun pada sebagian besar peternakan sapi potong, interaksi genotip dan lingkungan adalah jelas adanya dan dapat menjadi suatu bahan pertimbangan penting dalam penentuan aras produksi maupun strategi



pengembangan dan upaya-upaya perbaikan (Vercoe dan Frisch, 1992). Intinya, sebagaimana dikemukakan Montaldo (2001), interaksi genotip dan lingkungan sangat penting dicermati terutama pada system produksi ternak dimana faktor lingkungan tidak dapat dikontrol sepenuhnya.

Frisch (Vercue dan Frisch, 1992) memberikan gambaran mengenai beberapa tipe interaksi genotip dan lingkungan pada tingkat nisbi pertumbuhan potensial yang ditunjukkan oleh sapi dengan genotip berbeda (sapi Brahman=B, silangan Hereford x Shorthorn = HS, dan silangan B x HS = HBS) yang diberi perlakuan berbagai tingkat cekaman, sebagaimana dalam diagram (Gambar 1).



**Gambar 1.** Tampilan diagramatik interaksi genotip dan lingkungan untuk sapi *Bos taurus* (HS), *Bos indicus* (Brahman=B), turunan I hasil persilangannya (F<sub>1</sub>HBS), dan turunan ke-n hasil silangnya (F<sub>n</sub>HBS).

Gambar 1 menunjukkan, bahwa ketiga genotip mengalami penurunan laju pertumbuhan sangat nyata dengan semakin beratnya level stress yang dialami, dan terdapat perbedaan respon antara genotip-genotip tersebut diukur dari tingkat



penurunan laju pertumbuhannya; sapi B yang merupakan genotip sapi tropis murni (*Bos indicus*) menunjukkan tingkat penurunan laju pertumbuhan paling rendah (33,11%), kemudian sapi HBS yang merupakan perpaduan genetik sapi tropis dan sub tropis (*Bos indicus* dan *Bos taurus*) menunjukkan tingkat penurunan paling tinggi (80,75%).

Knap (2007) mengemukakan, bagi breeder, masalah utama yang harus ditangani adalah interaksi genotip dan lingkungan. Dalam hal ini, pemilihan ternak dalam suatu lingkungan untuk tujuan peningkatan produktifitas bisa menjadi kontra produktif jika ternak tersebut digunakan sebagai sumber genetik untuk program breeding pada lingkungan yang berbeda. Demikian pula, suatu program persilangan untuk peningkatan produktifitas dalam suatu lingkungan kemungkinan tidak akan efektif atau justru menurunkan produktifitas pada lingkungan yang lain.

Interaksi genotip dan lingkungan dapat berpengaruh terhadap efisiensi program breeding dengan menurunkan respon pada sifat-sifat performan tertentu (a.l. laju pertumbuhan) pada ternak-ternak yang dipelihara di dalam lingkungan yang kondisinya berbeda dengan kondisi lingkungan asalnya (Montaldo, 2001). Penurunan respon tersebut (*loc.cit.*) bisa menyangkut reproduktivitas dan daya hidup pada genotip yang dipelihara dalam lokasi tertentu, pada gilirannya, efek interaksi genotip dan lingkungan yang dihasilkan akibat adaptasi yang buruk genotip-genotip terhadap kondisi lingkungan yang spesifik dapat menurunkan performan ekonomi apabila kondisi lingkungan awal ternak berbeda dengan kondisi populasi komersial. Mach (2009) menjelaskan, interaksi genotip dan lingkungan merupakan sumber potensial terjadinya penurunan efisiensi dalam program peningkatan mutu genetic sapi potong di negara-negara tropik dan negara-negara berkembang, hal ini karena penggunaan germplasma yang



diseleksi dan dikembangkan di daerah-daerah dengan kondisi iklim dan system produksi yang lain adalah sangat umum, iklim dan karakteristik system produksi lainnya di negara-negara tropik membentuk ketidaksesuaian lingkungan bagi berlangsungnya proses produksi yang efisien.

Dewasa ini, perhatian kearah efek interaksi genotip dan lingkungan dalam bidang peternakan semakin besar dan meluas di kalangan ilmuwan dan pemerhati ternak (Mulder & Bijma, 2005), karena program breeding saat ini sudah lebih mengarah kepada orientasi internasional (Pegolo *et al.*, 2009). Studi-studi menyangkut interaksi genotip dan lingkungan dewasa ini sebagian besar ditujukan hanya kepada arti penting interaksi tersebut bagi pengembangan produksi sapi potong (Thrift *et al.*, 2010). Adapun untuk masa mendatang (*loc.cit.*), disarankan bahwa studi-studi dimaksud diarahkan, tidak saja dalam hal pentingnya interaksi tersebut, tetapi juga dalam hal mengelusidasi (menjelaskan) mengapa interaksi tersebut terjadi.

Sebagian besar penelitian menyangkut berbagai bangsa dan tipe genotip sapi potong yang diamati terutama dalam lingkungan yang berbeda secara klimatologis, menemukan adanya efek interaksi genotip dan lingkungan yang bermakna terhadap ukur-ukuran produktifitas. Espasandin (2011) melaporkan adanya interaksi nyata genotip dan lingkungan terhadap bobot sapih antara sapi Angus di Brazil dan sapi Angus di Uruguay. Penelitian dengan sapi Zebu dan sapi Scoth yang masing-masing diberi lingkungan dengan temperatur beragam di Missouri sebagaimana dilaporkan Thrift *et al.* (2010), bahwa kedua bangsa sapi tersebut menunjukkan respon fisiologis berbeda nyata dan dijumpai adanya efek nyata interaksi genotip dan lingkungan (temperatur) terhadap respon fisiologis sapi.

Demikian juga, penelitian pada sapi potong di Republik Czech yang ditempatkan



pada tiga wilayah dengan ketinggian tempat berbeda yaitu dataran rendah, sedang, dan pegunungan (Vostry *et al.*, 2003), dilaporkan menunjukkan adanya interaksi genotip dan lingkungan yang nyata terhadap bobot potong.

Interaksi genetik dan lingkungan mempunyai arti penting, baik bagi peternak maupun ilmuwan (Vercoe dan Frisch, 1992); penting bagi peternak dalam hal pemanfaatan bangsa atau strain ternak yang paling produktif dalam lingkungannya, dan bagi ilmuwan dalam membuka wawasan pemahaman apakah mengubah genetic atau lingkungan yang paling efisien ditempuh dalam upaya meningkatkan produktivitas ternak. Dinyatakan pula, semakin besar keragaman lingkungan dimana proses produksi ternak dengan beragam genotip berlangsung semakin menjadi penting memahami interaksi antara genotip dan lingkungan.

### **2.2.3. Pengaruh Persilangan terhadap Efisiensi Produksi dan Reproduksi (Kasus penerapan IB pada sapi potong di Indonesia)**

Sebagaimana diketahui, bahwa teknologi IB di Indonesia mulai diimplementasikan secara luas sejak tahun 1975. Aplikasi teknologi ini menjadi berkembang pesat karena mampu meningkatkan pemanfaatan fungsi reproduksi seekor pejantan yang, secara alami hanya mampu melayani 20-30 ekor betina, tetapi dengan teknologi IB kemampuannya meningkat ribuan kali. Teknologi IB dapat dipergunakan untuk membantu pelaksanaan program seleksi pada sapi potong, karena akan meningkatkan intensitas seleksi ( $i$ ). Namun hal ini akan diimbangi dengan meningkatnya interval generasi ( $L$ ), karena diperlukan uji zuriat atau progeny testing yang memerlukan waktu cukup lama (Falconer & Macay, 1996). Dalam jangka panjang aplikasi IB juga dapat berpengaruh terhadap keragaman sehingga respon seleksi mengalami pelandaian (*plateau*); sementara itu



bila tidak didukung dengan pencatatan yang baik, peluang akan terjadi silang dalam (*inbreeding*) sangat besar (Dwiyanto, 2008).

Kegiatan IB pada sapi potong di Indonesia saat ini termasuk yang terbesar di dunia (Dwiyanto *et al.*, 2010), hal ini antara lain dikarenakan langkanya pejantan di beberapa kawasan sentral produksi sapi (terutama Pulau Jawa). Namun arah dan tujuan kegiatan IB di Indonesia selama ini, menurut Hardjosubroto (2002), masih tidak jelas. Implikasi persilangan pada sapi potong di Indonesia sangat beragam (Subandriyo, 2009), oleh karena itu perlu dilakukan evaluasi untuk memperbaiki strateginya agar diperoleh manfaat yang besar. Di beberapa negara maju, seperti Australia, Amerika dan Eropa, aplikasi IB pada sapi potong relatif sangat terbatas pada kelompok elite untuk tujuan menghasilkan bibit (pembibitan/pemuliaan), bukan untuk kegiatan *cowcalf operation* seperti di Indonesia.

Sumadi (2009) menjelaskan, pelaksanaan program IB di berbagai daerah telah diterjemahkan sebagai kegiatan *upgrading* sapi lokal dengan sapi impor dari *breed* (bangsa) kelompok *Bostaurus*, dalam hal ini, IB dilakukan dengan cara mengawinkan keturunannya yang selalu disilangbalikkan (*back cross*) dengan bangsa pejantannya dengan maksud mengubah bangsa induk (lokal) menjadi bangsa pejantannya (impor). Saat ini masyarakat cenderung memilih *upgrading* dengan bangsa tertentu seperti Simental, Limousin atau Brangus; anjuran untuk melakukan *back cross* dengan sapi lokal tidak mendapat respon, sehingga jumlah semen sapi lokal yang diproduksi BBIB sangat kecil (BBIB-Singosari, 2008). Menurut Putro (2009), bila hal ini dibiarkan berlanjut maka dikhawatirkan akan terjadi penurunan daya reproduksi dan adaptasi terutama pada peternakan yang tidak mampu menyediakan pakan atau manajemen yang sesuai.



Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan serta kajian oleh beberapa peneliti, sapi silangan mempunyai keunggulan dari segi performans produksi (berat lahir, berat sapi, berat *yearling*, dan ADG), dibandingkan dengan sapi lokal. Akan tetapi, menurut Hardjosubroto (2002), di sisi lain sapi silangan juga mempunyai kekurangan-kekurangan antara lain: (i) reproduktivitas sapi silangan cenderung lebih rendah dibandingkan dengan sapi lokal; (ii) sebagian sapi silangan mudah terkena penyakit mata (kasus di lapangan/DIY) atau rentan terhadap serangan parasit; serta (iii) berdasarkan analisis finansial usaha pemeliharaan sapi silangan mempunyai nilai NPV yang kecil bahkan negatif. Hal ini dikarenakan sapi-sapi *crossbred* biasanya mempunyai ukuran tubuh besar sehingga juga memerlukan eksternal input yang sangat besar. Berdasarkan beberapa laporan sebagaimana dikutip Sumadi (2009), bahwa S/C sapi silangan cenderung semakin meningkat, rata-rata diatas 2 (dua). Bahkan untuk beberapa kasus banyak kejadian S/C mencapai diatas 3 (tiga), sehingga jarak beranak lebih dari 18 bulan. Putro (2009) mengemukakan, program persilangan melalui IB yang tidak tepat justru berpotensi mengurangi produktivitas, meningkatkan kematian dan kejadian dystocia, mempertinggi atau meningkatkan *service per conception* (S/C), memperpanjang jarak beranak, menghasilkan margin yang kecil serta daya saing yang rendah.

Hasil pengamatan pada sapi PO dan silangannya a.l. sapi LimPo (Limousin x PO) dan SimPo (Simmental x PO) di Daerah Istimewa Yogyakarta (Putro, 2008), menunjukkan terjadinya penurunan efisiensi reproduksi menurut nilai CR, S/C, NRR, dan kejadian endometritis yang diperoleh dengan semakin meningkatnya porsi *Bos taurus* dalam persilangan. Disebutkan, nilai CR (%) untuk PO, F1, F2, F3, dan F4 berturut-turut adalah 80, 68, 60, 39, dan 34% ; nilai S/C berturut-turut 1,20; 1,90; 2,30; 3,40; dan 3,50 ; nilai NRR (%) berturut-turut 72, 62, 53, 38, dan 32% ; kejadian



endometritis (%) berturut-turut 8, 17, 22, 31, dan 28%. Dalam Putro (2011) dikemukakan, semakin tinggi porsi darah *Bos taurus* dalam persilangan sapi PO menyebabkan sapi silangan semakin rentan terhadap investasi cacing hati (*fasciolasis*) dan cacing porang (*paramphistomiasis*). Keadaan demikian (*loc.cit.*) sangat mengurangi efisiensi pertumbuhan dan menyebabkan nilai SKT (skor kondisi tubuh) rendah ( $SKT < 2,0$ ) serta timbulnya infertilitas metabolik.

Sehubungan dengan berkembangnya sapi-sapi potong silangan di Indonesia yang rata-rata menunjukkan heterosis sifat produksi (bobot badan), Astuti (2004) berpendapat, persilangan memanfaatkan heterosis sehingga persilangan pada sapi potong hanya dapat meningkatkan karakteristik produksi yang belum tentu efisien, dan tidak dalam reproduksinya. Oleh karena itu, interaksi antara heterosis dan lingkungan sangat penting dianalisis kearah efisiensi, baik efisiensi produksi (pertumbuhan) maupun efisiensi reproduksi.

### **2.3. Ketinggian Tempat dari Permukaan Laut (*Altitude*) sebagai Faktor Lingkungan dalam Produksi Ternak**

#### **2.3.1. Hubungan Ketinggian Tempat dengan Unsur-Unsur Iklim**

Tjasyon (2004) menjelaskan, ketinggian tempat (*altitude*) adalah letak ketinggian suatu tempat secara vertikal dari permukaan laut yang dapat diukur menggunakan alat altimeter. Menurut Monge & Monge (1991), ketinggian tempat mempunyai hubungan erat dengan keadaan unsur-unsur iklim. Adapun unsur-unsur iklim yang dimaksud dalam hal ini, adalah suhu udara, kelembaban, radiasi sinar matahari, angin, dan curah hujan, yang perpaduan unsur-unsur tersebut dalam suatu wilayah akan membentuk suatu tipe iklim tertentu bagi wilayah tersebut (Lakitan, 2002).



Hubungan ketinggian tempat dengan unsur-unsur iklim, menurut Esme (1997), dapat dinyatakan sebagai hubungan ketinggian tempat tersebut dengan suhu udara lingkungan; unsur-unsur iklim lainnya seperti kelembaban, kecepatan angin, awan, dan curah hujan menunjukkan sifat yang tidak konsisten terhadap perubahan ketinggian tempat, artinya, bahwa tingkat kenaikan ketinggian tempat tidak selalu nyata diikuti oleh kenaikan atau penurunan keadaan unsur-unsur iklim lainnya tersebut mengingat banyak faktor pengendali iklim lainnya yang saling mempengaruhi. Berkaitan dengan hal tersebut, Soeharsono (1998) menyatakan, bahwa adanya efek ketinggian tempat analog dengan efek suhu udara lingkungan. Hubungan ketinggian tempat dengan suhu udara, dapat dilihat bahwa semakin tinggi letak suatu wilayah dari permukaan laut, maka suhu udaranya semakin rendah, sebagaimana dinyatakan oleh Jhowatch dan Yakhun (1997).

Di Indonesia, adanya variasi suhu udara lebih dipengaruhi oleh ketinggian tempat (Lakitan, 2002). Dinyatakan pula, bahwa suhu maksimum di Indonesia menurun  $0,6^{\circ}\text{C}$  dan suhu minimum menurun  $0,5^{\circ}\text{C}$  masing-masing untuk setiap kenaikan elevasi setinggi 100 m.

Berdasarkan ketinggian tempat dan zona suhunya, Jhowatt dan Yakhun (1997) mendeskripsikan daratan tropik ke dalam empat zona lingkungan, yaitu: (1) dataran rendah tropik (0-100 m) dengan suhu panas  $25-29^{\circ}\text{C}$ , (2) dataran sedang tropik (400-600 m) dengan suhu hangat  $19-24^{\circ}\text{C}$ , (3) dataran tinggi tropik (700-1400 m) dengan suhu sejuk  $13-18^{\circ}\text{C}$ , (4) daerah pegunungan tinggi tropik ( $>1400$  m) dengan suhu dingin  $0-12^{\circ}\text{C}$ . Suhu udara tersebut dapat bervariasi setiap harinya tergantung interaksinya dengan unsur-unsur iklim lainnya, meskipun sifatnya sangat kompleks.



Menurut Santosa (1997), suhu udara yang semakin rendah, biasanya diikuti oleh kelembaban yang semakin tinggi, sehingga daerah-daerah yang semakin tinggi letaknya dari permukaan laut, selain suhu udara semakin rendah akan diikuti pula oleh kelembaban yang semakin tinggi. Soeharsono (1998) menyatakan, bahwa setiap perubahan satu atau beberapa unsur iklim akan menyebabkan suatu konstelasi baru, dan resultante unsur-unsur iklim tersebut berkisar pada derajat panas.

Nilai yang menyatakan efek gabungan suhu udara dan kelembaban dinyatakan dengan *Temperature Humidity Index* (THI). Menurut Yousef (1992), THI berkaitan dengan tingkat cekaman termal dan telah dikembangkan sebagai indeks kewaspadaan cuaca (*Weather Safety Index*) untuk memantau dan mengurangi cekaman termal dalam kaitannya dengan pembuangan panas.

Adanya variasi suhu dan kelembaban udara pada ketinggian tempat yang berbeda dapat menimbulkan perbedaan THI, sehingga pada ketinggian tempat yang berbeda selain terdapat perbedaan kerapatan massa udara, sangat mungkin pula terjadi perbedaan THI, hal ini sangat penting dijadikan perhatian dalam pengembangan peternakan pada suatu wilayah (Turnpenny, 2004).

### 2.3.2. Respon Fisiologis Sapi Terhadap Perbedaan Ketinggian Tempat

Ketinggian tempat, sebagaimana diketahui, sangat erat kaitannya dengan keadaan unsur-unsur iklim, sehingga secara tidak langsung merupakan salah satu variabel pembatas dalam proses produksi ternak. Pengaruh awalnya adalah terhadap fungsi beberapa organ internal (fisiologis) tubuh seperti jantung, sistem pernafasan, sistem ekskresi, dan lain-lain, yang manifestasinya pada pengaturan suhu tubuh (thermoregulasi); aktifitas thermoregulasi akan mempengaruhi



penggunaan energi di dalam tubuh, yang, pada gilirannya akan mempengaruhi efisiensi energetika proses produksi (Barnes *et al.*, 2004).

Sapi termasuk golongan hewan homoitherm (Farook *et al.*, 2010), yaitu hewan yang selalu berusaha mempertahankan suhu tubuhnya berada dalam kisaran yang relatif konstan (38,0-39,5). Homeothermi merupakan salah satu bentuk homeostasis (Olusanya dan Heat, 1995), dalam hal ini sapi berusaha memelihara keseimbangan antara panas yang diproduksi tubuh (*heat production*) dan panas yang diterima tubuh dari lingkungan (*heat gain*) dengan panas yang dilepaskan tubuh ke lingkungan (*heat loss*); kapasitas pertukaran panas ini sangat dipengaruhi bangsa dan ukuran tubuh sapi, dalam hal ini bangsa sapi dengan luas permukaan tubuh lebih kecil memiliki kapasitas pertukaran panas yang lebih baik. Pengendalian panas tubuh tersebut diatur melalui mekanisme pusat pengaturan panas yang terdapat di hipotalamus (Singh *et al.*, 2014). Berkaitan dengan proses tersebut, Collier dan Zimbelman (2007) menyatakan, bila proses pelepasan panas berjalan seimbang dengan produksinya maka ternak akan memperoleh rasa nyaman sehingga proses fisiologis akan berjalan secara normal.

Menurut Habeeb *et al.* (1992), pengaruh ketinggian tempat yang terpenting adalah memberikan suhu lingkungan yang mendatangkan kenyamanan bagi ternak untuk melancarkan fungsi dan proses fisiologis. Adapun suhu lingkungan yang nyaman (*comfort zone*) dimaksud yakni, pada suhu 10 - 27 °C untuk sapi-sapi tropis dan 4 - 20 °C untuk sapi-sapi sub tropis (Santosa, 1997) tergantung bangsa, ukuran tubuh, umur, dan nutrisi. Keadaan yang bervariasi di luar *comfort zone* (Maray, 1992), dapat menimbulkan cekaman (*stress*), apakah cekaman panas (*heat stress*) ataupun cekaman dingin (*cold stress*). Namun demikian, berdasarkan telaah terhadap beberapa hasil penelitian pada sapi-sapi tropis yang diuji daya produksinya



pada berbagai suhu lingkungan, Soeharsono (1989) menyimpulkan bahwa sapi-sapi tropis akan berkembangbiak dengan baik pada kisaran suhu lingkungan 17-30 °C.

Suhu lingkungan yang cenderung tinggi pada dataran rendah dapat berpengaruh secara langsung terhadap suhu tubuh ternak dan fungsi organ (jantung dan paru-paru) sebagai reaksi cepat, serta perubahan reaksi endokrin, enzimatik, dan metabolisme sebagai reaksi lambat (Hafez, 1998; Atmadilaga, 1999). Dalam Atmadilaga (1997) dijelaskan, apabila suhu tubuh meningkat maka frekuensi respirasi dan denyut nadi juga meningkat, serta terjadi perubahan tingkah laku yang merupakan manifestasi hewan yang kepanasan seperti penurunan konsumsi pakan dan respon kawin (reproduksi); keadaan demikian merupakan proses homeostasis dalam mempertahankan suhu tubuh agar tetap dalam kisaran normal. Adapun suhu tubuh normal untuk sapi pada umumnya, berkisar 38,0-39,3 °C tergantung bangsa, jenis kelamin, dan umur (Santosa, 1994). Menurut Curtis (1993), indikator termudah yang menggambarkan suhu tubuh ternak adalah suhu rektal.

Respon termoregulasi terhadap suhu lingkungan yang panas, diantaranya juga dapat dilakukan melalui pengaturan sirkulasi darah; penyesuaian sirkulasi darah diawali dengan bertambahnya aliran darah ke bagian perifer melalui vasodilatasi pembuluh darah, hal ini menghasilkan pertukaran panas secara kontinyu dari pembuluh darah ke permukaan kulit di bawah pengawasan hormon adrenalin dan noradrenalin yang bertanggungjawab pula terhadap kerja jantung maupun denyut nadi (Barnes *et al.*, 2004). Hal ini dipertegas dalam Strand (1998), bahwa setiap respon yang mempengaruhi kerja jantung akan berpengaruh terhadap frekuensi denyut nadi (pulsus). Sapi dalam keadaan normal menunjukkan denyut nadi (pulsus) rata-rata 56 kali.menit<sup>1</sup>, dapat meningkat sampai 80 kali.menit<sup>1</sup> jika



suhu lingkungan menimbulkan cekaman pada sapi (Chanosod *et al.*, 1991; Farooq *et al.*, 2010).

Pembuangan panas tertimbun di dalam tubuh secara evaporasi dapat dilakukan ternak sapi yang mengalami *discomfort* melalui tractus respiratorius bagian atas (saluran pernafasan) dan kulit (Barnes *et al.*, 2004). Menurut Anderson (2000), pada suhu dan kelembaban normal, 25% panas yang diproduksi mamalia istirahat akan dibuang secara evaporasi melalui pernafasan dan kulit; namun demikian penguapan air melalui pernafasan merupakan mekanisme termudah untuk pelepasan panas tubuh pada sapi dalam proses termoregulasi. Collier dan Zimelman (2007) menyebutkan, frekuensi respirasi normal pada sapi rata-rata 23 kali/menit<sup>1</sup>, tetapi dapat meningkat hingga 300 kali/menit<sup>1</sup> di bawah cekaman panas ataupun kerja. Adapun pembuangan panas melalui sekresi keringat tergantung pada suhu dan kelembaban kulit, kecepatan dan volume nafas, luas permukaan tubuh, jumlah air yang diuapkan, dan kondisi lingkungan (Barnes *et al.*, 2004).

Identifikasi cekaman panas pada sapi saat ini lebih mudah dilakukan, karena menurut Berman (2005) cekaman panas pada sapi erat kaitannya dengan dengan nilai THI. Dahlen dan Stoltenov (2012) melakukan klasifikasi potensi cekaman panas menjadi tiga katagori, yaitu waspada (nilai THI = 75-78), bahaya (nilai THI = 79-83), dan darurat (nilai THI diatas 84). Sedangkan Pennington dan VanDevender (2004) melakukan klasifikasi tersebut dengan Tabel Modifikasi Wierma menjadi tiga katagori, yaitu cekaman ringan (nilai THI = 72-79), cekaman sedang (nilai THI = 80-89), dan cekaman berat (nilai THI = 90-98).

Respon fisiologis ternak terhadap cekaman dingin di dataran tinggi, akan diawali dengan reaksi *shivering thermogenic* yang diikuti oleh vasokonstriksi pembuluh darah perifer, serta peningkatan frekuensi nafas dan denyut nadi sebagai



konvensasi untuk memenuhi kebutuhan oksigen dalam tubuh; keadaan ini mulai menurun setelah beberapa hari atau minggu, tetapi sebaliknya *nonshivering thermogenic* mulai meningkat yang ditandai dengan penyesuaian metabolisme, hipertropi kelenjar endokrin (adrenal, tiroid), dan peningkatan isolator tubuh (Le Dividich *et al.*, 1992). Disebutkan pula, lingkungan dataran tinggi akan menyebabkan terjadinya penyesuaian hematologis sebagai respon fisiologis ternak terhadap menurunnya tekanan udara.

Hasil penelitian pada sapi PO dan silangannya dengan sapi Limousin (Limpo) pada dataran rendah dan dataran tinggi di Jawa Timur (Nugroho, 2012) menunjukkan, suhu tubuh dan frekuensi respirasi masing-masing genotip lebih tinggi pada dataran rendah dibanding pada dataran tinggi. Hasil yang sama dijumpai pada sapi PFH dan silangan PO x PFH di Jawa Barat, sebagaimana dilaporkan Yani dan Purwanto (2005):

Monge & Monge (1991) menyebutkan, sapi yang ditempatkan di dataran tinggi menunjukkan jumlah sel darah merah, hemoglobin, dan nilai hematokrit darah lebih tinggi dibanding sapi yang ditempatkan di dataran rendah. Demikian juga hasil penelitian pada Domba Ekor Gemuk, Domba Dormas, dan Domba Suffas di Jawa Barat (Yurmiati, 1991; Sumaryadi, 1995). Hal ini searah dengan hasil penelitian yang dilaporkan Strand (1998), bahwa ternak yang diberi perlakuan penurunan tekanan udara dari 760 menjadi 322 mmHg untuk beberapa hari di dalam *decompress chamber* menunjukkan penurunan jumlah sel darah merah, hemoglobin, dan nilai hematokrit darah. Adapun nilai hematologis normal untuk sapi, adalah: jumlah sel darah merah 11,1 juta. $\text{mm}^{-3}$  darah, kadar Hb 15,0 gram%, nilai hematokrit 40-45% (Chanosod *et al.*, 1991), tergantung bangsa, umur, dan level nutrisi.



Menurut Hansen (2004), untuk mengevaluasi hubungan performa fisiologis ternak terhadap lingkungan adalah dengan mengukur indeks suhu dan kelembaban udara (THI). Nilai THI harian (62,77) masih sesuai untuk lingkungan ternak sapi potong (Ramdani, 2008), THI pada siang hari (72,23) sedikit melebihi batas angka THI yang sesuai untuk lingkungan hidup sapi potong. Dahlen dan Stoltenov (2012) mengemukakan, angka THI sebesar 72 sebagai awal dari cekaman lingkungan.

### 2.3.3. Hubungan antara Respon Fisiologis dan Produktivitas pada Sapi Potong

LeDividich *et al.* (1992) menyatakan, pengaruh langsung suhu lingkungan terlebih dahulu adalah terhadap penggunaan energi dan pemanfaatan asupan pakan barulah kemudian terhadap performan produksi ternak; oleh karena itu hal yang perlu menjadi perhatian adalah menentukan kisaran suhu lingkungan dimana pembuangan panas dari ternak menjadi minimal; kisaran suhu dimaksud disebut kisaran termonetral yang, di bawah batas kisaran tersebut adaiah *lower critical temperature* (LCT); di bawah LCT, akan memacu proses homeotermi ke arah meningkatnya produksi panas dengan akibat menjadi rendahnya efisiensi konversi pakan untuk produksi (pertumbuhan).

Hubungan antara respon fisiologis dan produktifitas, dalam hal ini, terlihat sebagai hubungan segmentatif respon fisiologis, penggunaan energi, dan produktifitas. Preston dan Leng (1997) menyatakan, pada lingkungan dingin ternak akan meningkatkan konsumsi pakannya untuk mengantisipasi cekaman dengan mengubah energi yang dikonsumsi menjadi panas (termogenesis); sebaliknya pada lingkungan panas konsumsi pakan akan menurun guna menekan produksi panas hasil metabolisme energi.



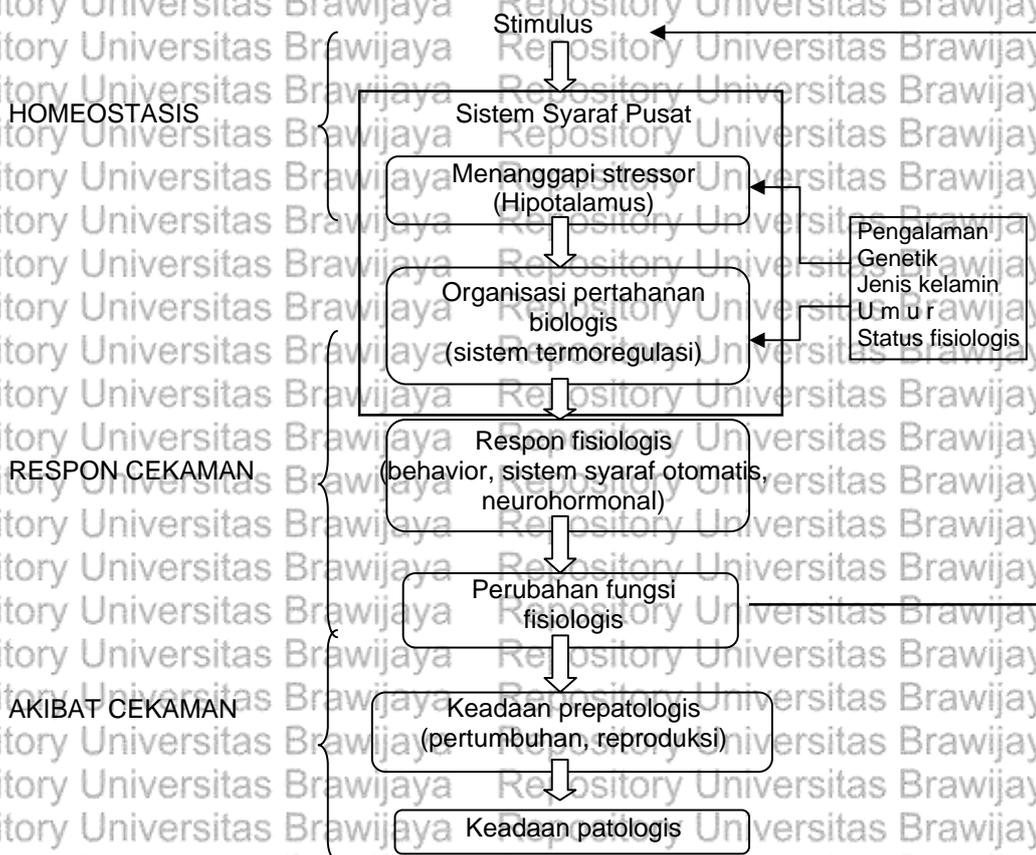
Konsumsi pakan dan air minum, pada dasarnya diatur oleh pusat pengatur makanan dan air di hipotalamus, yang secara anatomis mempunyai fungsi yang sama dengan pengaturan suhu tubuh. Pemanasan lokal pada pusat pengatur makan akan menurunkan konsumsi makan ternak, sedangkan pemanasan lokal pusat pengatur air akan meningkatkan konsumsi air minum, sehingga terlihat adanya hubungan timbal balik antara konsumsi pakan dan konsumsi air minum (Strand, 1998).

Hubungan tersebut dapat dilihat dari hasil penelitian tingkah laku makan dan laju pertumbuhan antara sapi PO, sapi Peranakan Simmental (PSm), dan sapi Peranakan Charolis (PCh) yang diamati pada dataran rendah, sedang, dan tinggi di Sumatera (Bestari *et al.*, 1998), bahwa perbedaan suhu lingkungan antara ketiga ketinggian tempat sangat nyata pengaruhnya terhadap konsumsi pakan dan air minum, dalam hal ini, semakin tinggi tempat menyebabkan konsumsi pakan ketiga tipe genotip sapi meningkat, tetapi konsumsi air minum semakin rendah; keadaan ini kemudian menunjukkan pengaruh sangat nyata terhadap laju pertumbuhan, yaitu semakin tinggi tempat semakin tinggi pula daily gain masing-masing genotip, dan dilaporkan, antara sapi PO, PSm, dan PCh terdapat perbedaan nyata konsumsi pakan dan laju pertumbuhan pada masing-masing ketinggian tempat.

Menurut Lubis (Soeharsono, 1998), dengan mudahnya berubah suhu tubuh dan frekuensi pernafasan ternak akibat pengaruh suhu lingkungan menunjukkan daya tahan panas yang rendah; ternak yang daya tahan panasnya rendah bila dipindahkan ke tempat yang berbeda suhunya dengan suhu tempat asal ternak tersebut, maka produksinya akan menurun yang lama kelamaan kondisinya menjadi kurus akibat cekaman lingkungan yang dialami. Adapun mekanisme hubungan antara cekaman lingkungan (*environmental stress*) dengan produktivitas,



dikemukakan oleh Moberg (1995); Collier dan Zimbelman(2007); Farooq *et al.* (2010); Singh *et al.* (2014) sebagai berikut:



**Gambar 2.** Mekanisme hubungan cekaman termal, respon fisiologis, dan produktivitas pada ternak

Peningkatan respon fisiologis, dengan demikian, berkaitan erat dengan peningkatan penggunaan energi hidup pokok. Curtis (1993) menyebutkan, pada suhu udara mencapai 25 °C pengaturan suhu tubuh melalui penguapan membutuhkan 0,6 kkal.gram<sup>-1</sup> air yang diuapkan. Berkaitan dengan data tersebut, Macfarlane (1998); Chanosod *et al.* (1991) menyebutkan, laju pembuangan panas melalui evaporasi pada ternak sapi yang berkembang dalam lingkungan panas



mencapai  $79 \text{ kkal.meter}^2.\text{jam}^{-1}$ . Peningkatan laju pembuangan panas dari tubuh ternak sebagai respon fisiologis terhadap suhu lingkungan, cukup jelas diketahui dalam peternakan sapi potong di kawasan tropik, dan hal ini berpengaruh terhadap peningkatan kebutuhan energi hidup pokok pada satu sisi, pada sisi lain terjadi penurunan asupan energi akibat berkurangnya konsumsi pakan, sehingga resultante pengaruh tersebut adalah menjadi rendahnya tingkat pertumbuhan ternak (Morrison & Lofgreen, 1999).

Menurut Heerden (Habeeb *et al.*, 1992), pada sapi betina, meningkatnya aktivitas termoregulasi sebagai respon terhadap suhu lingkungan yang tinggi dapat menyebabkan tertundanya estrus, terlebih lagi dalam kondisi hipertermia, dapat terjadi gangguan kebuntingan dini akibat kematian dan resorpsi embrio serta gugurnya fetus yang sedang bertumbuh baik. Suhu lingkungan yang tinggi juga berpengaruh terhadap umur saat pubertas, panjang siklus estrus, lama estrus, kejadian abnormalitas ovum, mortalitas embrional, angka kematian fetus, lama kebuntingan, dan ukuran fetus (Hafez, 1998), juga terhadap kejadian estrus dengan tanda-tanda yang tidak jelas, persentase silent heat, interval dari beranak hingga bunting lagi, dan angka S/C (Mohamed, 1994). Selain itu, cekaman panas mengakibatkan menurunnya angka fertilisasi dan daya hidup neonatal (Farghaly, 1994; Habeeb *et al.*, 1992), juga mengakibatkan menurunnya libido, aktifitas ovarium, dan angka kebuntingan (Damanck, 1997).

Pengaruh buruk cuaca panas terhadap kinerja reproduksi sapi betina merupakan hasil perubahan drastis pada fungsi fisiologisnya; hal ini dikontrol oleh lingkungan eksternal melalui suatu reaksi berantai yang melibatkan termoreseptor, fotoreseptor, kapasitas sensor, hipotalamus, sistem syaraf pusat, kelenjar endokrin, dan gonad (Habeeb *et al.*, 1992). Ketidak cukupan sekresi hormon gonadotropin (FSH



dan LH) pada kondisi cekaman panas, dapat menyebabkan menjadi rendahnya produksi estrogen dan/atau progesteron yang berakibat pada terhambatnya reproduksi ternak. Penurunan LH dapat menyebabkan terhambatnya ovulasi yang mengakibatkan terhambatnya perkembangan corpus luteum (Borady *et al.*, 1992). Kelenjar tiroid juga berperan dalam menurunkan aktifitas reproduksi (Farghaly, 1994), yaitu dengan menurunkan aras hormon triiodotironin dan tiroksin. Defisiensi mineral seperti P, Cu, Co, I, Zn, dan Mg, serta vitamin (A dan D) pada sapi yang mengalami cekaman panas juga bisa menimbulkan ketimpangan kinerja reproduksi sapi betina; terutama defisiensi vitamin A menyebabkan anestrus, seringnya kawin ulang, keguguran, dan pedet yang lahir lemah (Hansen, 2004).

Sejauhmana batas hubungan respon fisiologis dengan produktifitas pada sapi potong, sangat tergantung pada kemampuan tiap genotip sapi dalam merespon pengaruh unsur-unsur iklim sehubungan dengan perbedaan ketinggian tempat, mengingat adanya interaksi antara genotip dan lingkungan. Hubungan demikian terlihat dalam laporan Vercoe & Frish (1992) yang mempelajari interaksi genotip (sapi Brahman=B, silangan Hereford x Shorthorn = SH, dan silangan B x SH = BSH) dan lingkungan (perlakuan *heat stress* dengan level rendah, sedang, tinggi) terhadap laju pertumbuhan (kg/hari); ditunjukkan bahwa ketiga genotip mengalami penurunan laju pertumbuhan sangat nyata dengan semakin beratnya level stress yang dialami, dan terdapat perbedaan respon antara genotip-genotip tersebut diukur dari tingkat penurunan laju pertumbuhannya; sapi B yang merupakan genotip sapi tropis murni (*Bos indicus*) menunjukkan tingkat penurunan laju pertumbuhan paling rendah (33,11%), kemudian sapi BHS yang merupakan perpaduan genotip sapi tropis dan sub tropis (*Bos indicus* dan *Bos taurus*) dengan tingkat penurunan





### BAB III

## KERANGKA KONSEP PENELITIAN

### 3.1. Kerangka Pemikiran

Sebagaimana diketahui, bahwa kehidupan ternak merupakan suatu proses berinteraksi dengan lingkungan, oleh karena itu penampilan ternak seutuhnya (penotip) selain ditentukan oleh faktor genetik dan lingkungan, juga merupakan hasil interaksi genotip dan lingkungan. Faktor genetik menentukan kemampuan yang dimiliki seekor ternak, sedang faktor lingkungan memberi kesempatan ternak untuk menampilkan kemampuannya tersebut. Adapun interaksi genotip dan lingkungan, adalah suatu perubahan relatif dalam ekspresi penotip dari genotip-genotip apabila diamati pada lingkungan berbeda untuk suatu atau beberapa sifat tertentu.

Faktor genetik diekspresikan pada perbedaan bangsa (*breed*) atau strain, dalam hal ini, suatu bangsa atau strain memiliki genetik berbeda dengan bangsa atau strain lainnya, yang menyebabkan berbedanya lingkungan internal (lingkungan di dalam tubuh ternak itu sendiri) antara satu bangsa atau strain dengan lainnya (Od'Ompanich, 2010). Oleh karena itu, setiap bangsa memiliki kapasitas berbeda-beda dalam berinteraksi dengan suatu lingkungan eksternal.

Lingkungan eksternal (faktor lingkungan) dalam kehidupan ternak meliputi aspek-aspek klimatologis, nutrisi, dan manajerial. Aspek klimatologis yang unsur-unsurnya berupa suhu udara, kelembaban, radiasi sinar matahari, presipitasi, dan gerakan udara (angin), merupakan lingkungan eksternal terpenting bagi ternak karena secara terus menerus berhubungan dengan lingkungan internal tubuh ternak, baik secara langsung maupun tidak langsung.



Keadaan unsur-unsur iklim, khususnya di daerah tropik, diketahui bersifat tidak tetap dan bervariasi antara satu wilayah dengan wilayah lainnya. Adanya variasi tersebut, disebabkan antara lain oleh variasi ketinggian tempat dari permukaan laut (*altitude*).

Ketinggian tempat diketahui berhubungan erat dengan suhu udara lingkungan, bahwa semakin tinggi tempat dari permukaan laut suhu udaranya semakin rendah, dalam hal ini, suhu udara harian rata-rata akan menurun  $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  untuk setiap bertambahnya ketinggian tempat  $100\text{ m}$  dari permukaan laut. Keadaan ini di Indonesia pada umumnya dan di Nusa Tenggara Barat pada khususnya, terlihat dari adanya wilayah dataran rendah ( $0\text{-}100\text{ m}$ ) dengan suhu panas  $25\text{-}29\text{ }^{\circ}\text{C}$ , dataran sedang ( $400\text{-}600\text{ m}$ ) dengan suhu hangat  $19\text{-}24\text{ }^{\circ}\text{C}$ , dataran tinggi ( $700\text{-}1400\text{ m}$ ) dengan suhu sejuk  $13\text{-}18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , dan daerah pegunungan tinggi tropik ( $>1400\text{ m}$ ) dengan suhu dingin  $0\text{-}12\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Setiap ketinggian tempat tersebut, masing-masing memiliki kapasitas bioklimatik tertentu bagi kehidupan ternak.

Adanya variasi suhu udara pada ketinggian tempat yang berbeda merupakan manifestasi perbedaan unsur-unsur iklim, sehingga pada ketinggian tempat yang berbeda selain terdapat perbedaan suhu udara lingkungan akan dijumpai juga perbedaan kerapatan massa udara, hal ini sangat penting dijadikan perhatian dalam pengembangan peternakan di suatu wilayah. Ketinggian tempat, dengan demikian, secara tidak langsung merupakan salah satu variabel pembatas dalam proses produksi ternak. Pengaruh awalnya adalah terhadap fungsi beberapa organ internal (fisiologis) tubuh seperti jantung, sistem pernafasan, sistem ekskresi, dan lain-lain, yang manifestasinya pada pengaturan suhu tubuh (*termoregulasi*); aktifitas *termoregulasi* akan mempengaruhi penggunaan energi di dalam tubuh, yang, pada gilirannya akan mempengaruhi efisiensi energetika proses produksi.



Sapi termasuk golongan hewan homoitherm, yaitu hewan yang selalu berusaha mempertahankan suhu tubuhnya berada dalam kisaran yang relatif konstan (38,0-39,5). Homeothermi merupakan salah satu bentuk homeostas, dalam hal ini sapi berusaha memelihara keseimbangan antara panas yang diproduksi tubuh (*heat production*) dan panas yang diterima tubuh dari lingkungan (*heat gain*) dengan panas yang dilepaskan tubuh ke lingkungan (*heat loss*); kapasitas pertukaran panas ini sangat dipengaruhi bangsa dan ukuran tubuh sapi, dalam hal ini bangsa sapi dengan ukuran tubuh lebih kecil memiliki kapasitas pertukaran panas yang lebih baik. Hal ini merupakan salah satu faktor penting bagi daya penyesuaian terhadap suhu lingkungan tertentu.

Setiap bangsa sapi menghendaki suhu lingkungan yang paling sesuai bagi berlangsungnya proses-proses fisiologis secara ideal di dalam tubuhnya, yaitu pada kisaran suhu lingkungan yang disebut *Comfort Zone*. Dalam suhu *comfort* tidak terjadi tekanan fisiologis dalam tubuh dan ternak dapat hidup nyaman dengan tingkat metabolisme minimum. Ternak akan mengalami tekanan fisiologis jika suhu lingkungan berada di atas atau di bawah *comfort zone*. Adapun *comfort zone* dimaksud, untuk bangsa-bangsa sapi tropis berkisar 10-27 °C dan 4-20 °C untuk sapi-sapi sub tropis (Santosa, 1997).

Sapi potong merupakan hewan ternak dengan keanekaragaman jenis/bangsa yang tinggi dan ditemukan hampir di semua negara, termasuk Indonesia (Lelana *et al.*, 2003). Di Indonesia, terutama di NTB yang merupakan salah satu daerah sumber bibit sapi Bali dan sapi potong nasional, keanekaragaman tersebut ditandai oleh munculnya aneka ragam genotip sapi potong akibat perkawinan (IB) silang sapi lokal asli (sapi Bali) dengan bangsa-bangsa sapi potong sub tropis seperti sapi Simmental, Limousin, dan Brangus,



yang masing-masing menghasilkan sapi Simbal (Simmental x Bali), Limbal (Limousin x Bali), dan Brabal (Brangus x Bali), serta turunan-turunan hasil silang balik (*backcrossing*) masing-masing sapi F<sub>1</sub> (betina) tersebut dengan bangsa pejantan tetuanya, sehingga berkembang jenis-jenis sapi hasil silang dengan genotip beragam. Sapi Simmental, dalam hal ini, adalah sumber semen yang paling dominan penggunaannya dalam persilangan tersebut, berdasarkan laporan dari berbagai sumber. Oleh karena itu, turunan sapi Simmental dapat dijumpai dengan porsi darah Simmental yang beragam sebagai ekspresi keberagaman genotipnya.

Perbedaan genetik membawa konsekuensi berbedanya respon terhadap lingkungan, terutama lingkungan klimatologis yang, dalam hal ini, dibedakan oleh letak ketinggian tempat dari permukaan laut. Perbedaan respon dimaksud adalah, fenomena yang ditampakkan ternak secara klinis fisiologis sebagai akibat interrelasi factor dalam (genetik) dengan factor luar (lingkungan), yang dapat diamati secara incidental maupun kontinyu dan manifestasinya dapat diukur secara fisik praktis (produktivitas).

Pada lingkungan panas (dataran rendah), sapi Bali (B) yang membawa gen sapi tropis seutuhnya dan diketahui memiliki daya tahan panas yang tinggi, sangat mampu menyesuaikan diri dengan baik, namun dengan konsekuensi suhu tubuh, frekuensi respirasi dan pulsus, masing-masing akan mendekati atau cenderung berada pada batas atas angka normalnya. Suhu udara yang tinggi juga membawa konsekuensi menurunnya konsumsi pakan (energy), disamping itu tekanan udara yang relatif tinggi menyebabkan terjadinya penyesuaian jumlah sel darah merah (eritrosit), kadar Hb, nilai hematocrit, yang masing-masing cenderung menjadi lebih rendah. Keadaan demikian, bila terjadi secara berulang dan terus menerus dalam



waktu lama, maka di salah satu pihak akan terjadi penurunan konsumsi energy untuk menekan produksi panas tubuh, sedang di lain pihak, energy untuk pertumbuhan dan reproduksi terpaksa digunakan untuk hidup pokok terutama untuk termoregulasi, sehingga penggunaan energy menjadi tidak efisien dan laju pertumbuhan sapi cenderung lebih rendah. Demikian juga halnya dengan performan reproduksi sapi induk B dalam lingkungan ini, kemungkinan tidak akan optimum dan cenderung kurang efisien terutama dilihat dari angka kebuntuan (CR), jarak beranak (CI), dan jumlah pedet yang diperoleh (*calving rate*).

Adapun sapi Simbal (SB) yang memiliki gen sapi sub tropis, dalam lingkungan dataran rendah, akan lebih sulit melakukan penyesuaian dan diduga akan mengalami tekanan fisiologis dengan penggunaan energi yang cukup banyak untuk hidup pokok, yang mengakibatkan efisiensi pertumbuhannya rendah. Demikian pula halnya dengan kinerja reproduksi induk SB, dari aspek genetic, akan menunjukkan kinerja reproduksi lebih rendah dibanding sapi B, terlebih lagi suhu udara yang panas dapat menghambat estrus post partum dan ovulasi yang berakibat memperpanjang periode *days open* hingga *calving interval*. Suhu lingkungan yang tinggi juga akan berpengaruh terhadap umur saat pubertas, panjang siklus estrus, lama estrus, kejadian abnormalitas ovum, mortalitas embrional, angka kematian fetus, lama kebuntuan, dan ukuran fetus, juga terhadap kejadian estrus dengan tanda-tanda yang tidak jelas, persentase *silent heat*, dan angka S/C. Selain itu, cekaman panas mengakibatkan menurunnya angka fertilisasi dan daya hidup neonatal, juga menurunnya aktifitas ovarium.

Kisaran suhu udara pada kondisi lingkungan sejuk (dataran sedang), kemungkinan akan lebih mendekati kisaran suhu *comfort* terutama bagi sapi B, sehingga sapi B dalam lingkungan ini akan dapat melakukan aktifitas produksi dan



reproduksi dengan baik. Faktor suhu lingkungan pada ketinggian ini kemungkinan tidak akan menyebabkan terpacunya aktifitas termoregulasi dalam tubuh sapi B karena kondisi lingkungan menyediakan peluang untuk terjadinya keseimbangan panas (*heat balance*). Dalam kondisi *heat balance*, suhu tubuh sapi akan berada pada kisaran normal terbaik sehingga aktifitas respirasi, kerja jantung maupun aktifitas makan dan metabolisme berlangsung normal dan pemanfaatan energi bisa lebih banyak diarahkan kepada pertumbuhan maupun reproduksi. Bagi sapi SB, diduga akan dapat menyesuaikan diri dengan baik dalam lingkungan ini, sehingga kinerja produksi maupun reproduksi sapi ini akan lebih baik dibanding pada dataran rendah.

Pada kondisi lingkungan dingin (dataran tinggi), penggunaan energi untuk respirasi dan kerja jantung akan ditekan sedemikian rupa guna menekan pelepasan panas dari tubuh, sehingga respirasi dan pulsus menurun frekuensinya, sedangkan perkeringatan (*sweating*) dihambat. Laju metabolisme zat-zat makanan akan menjadi tinggi karena meningkatnya konsumsi pakan sebagai upaya ternak untuk meningkatkan produksi panas tubuh.

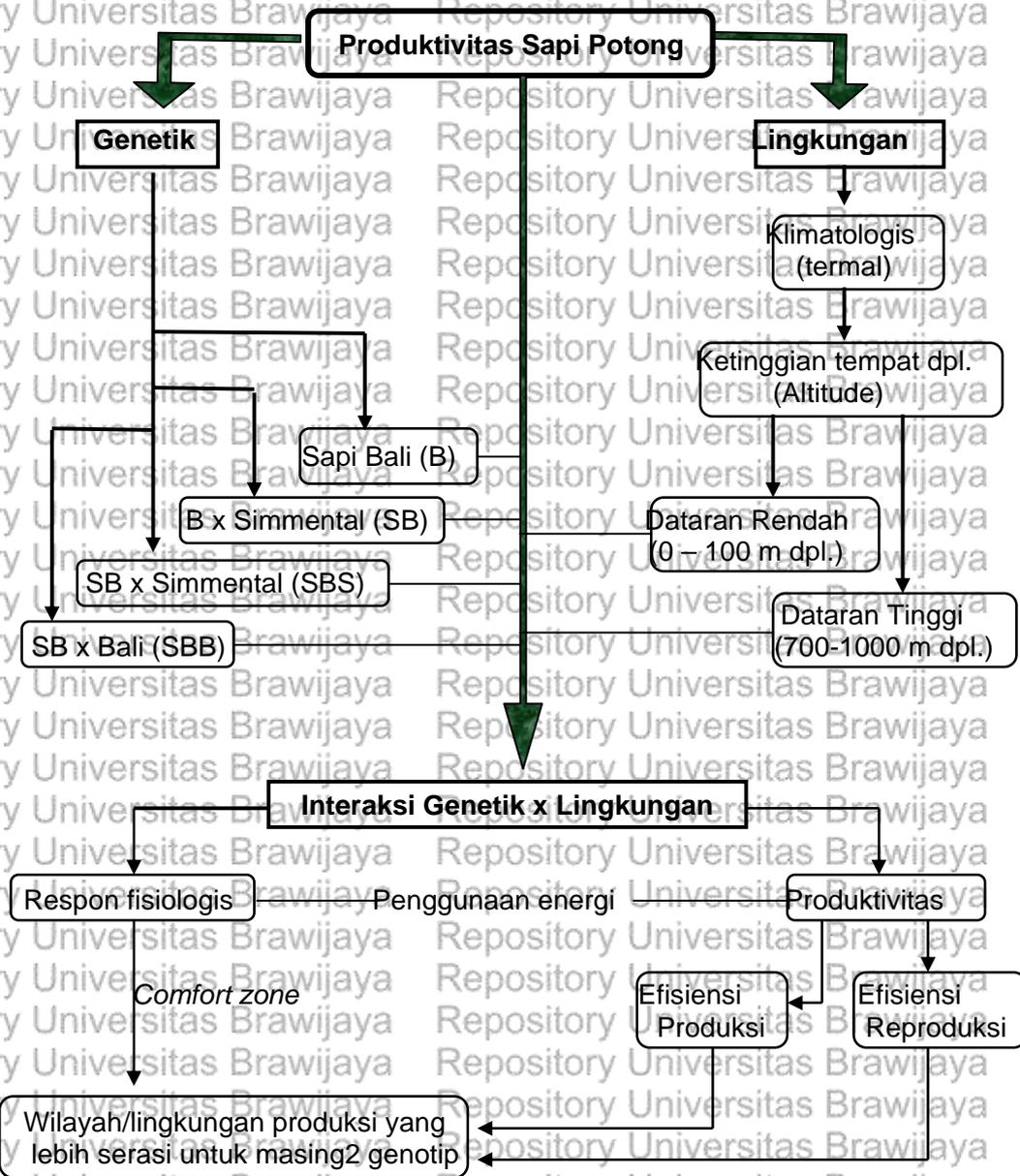
Bagi sapi B, lingkungan dataran tinggi yang relatif dingin akan mengaktifkan fungsi termoregulasinya sehingga penggunaan energi banyak diarahkan untuk meningkatkan kerja jaringan otot-otot perifer dalam melakukan vasokonstriksi untuk menghambat pengeluaran panas tubuh, serta untuk mengaktifkan metabolisme jaringan guna menaikkan suhu jaringan sekitar. Akibat penggunaan energi yang cukup banyak dalam proses termoregulasi, energi untuk pertumbuhan dan reproduksi menjadi berkurang. Namun demikian, suhu yang relatif dingin akan merangsang pusat lapar sehingga menaikkan aktifitas makan yang memungkinkan konsumsi energi yang lebih tinggi untuk menyediakan energi bagi proses



pertumbuhan dan reproduksi. Dinamika energetik tersebut dapat diestimasi dari metabolit darah, terutama kadar glukosanya. Dengan demikian, produktifitas sapi B di dataran tinggi akan lebih baik dibanding di dataran rendah, sedangkan sapi-sapi silangan SB, SBS, maupun SBB diduga akan menunjukkan respon yang lebih baik karena memiliki gen sapi sub tropis yang adaptif terhadap suhu udara dingin.

Perbedaan respon terhadap perbedaan lingkungan klimatologis antara kedua ketinggian tempat, akan menghasilkan perbedaan efisiensi produktif, baik efisiensi pertumbuhan maupun efisiensi reproduksi, sebagai manifestasi interaksi genotip dan lingkungan. Efek interaksi tersebut akan menunjukkan wilayah dengan ketinggian tempat (lingkungan produksi) yang paling sesuai untuk suatu genotip berdasarkan efisiensi produksi (pertumbuhan) dan efisiensi reproduksi yang ditampilkan.

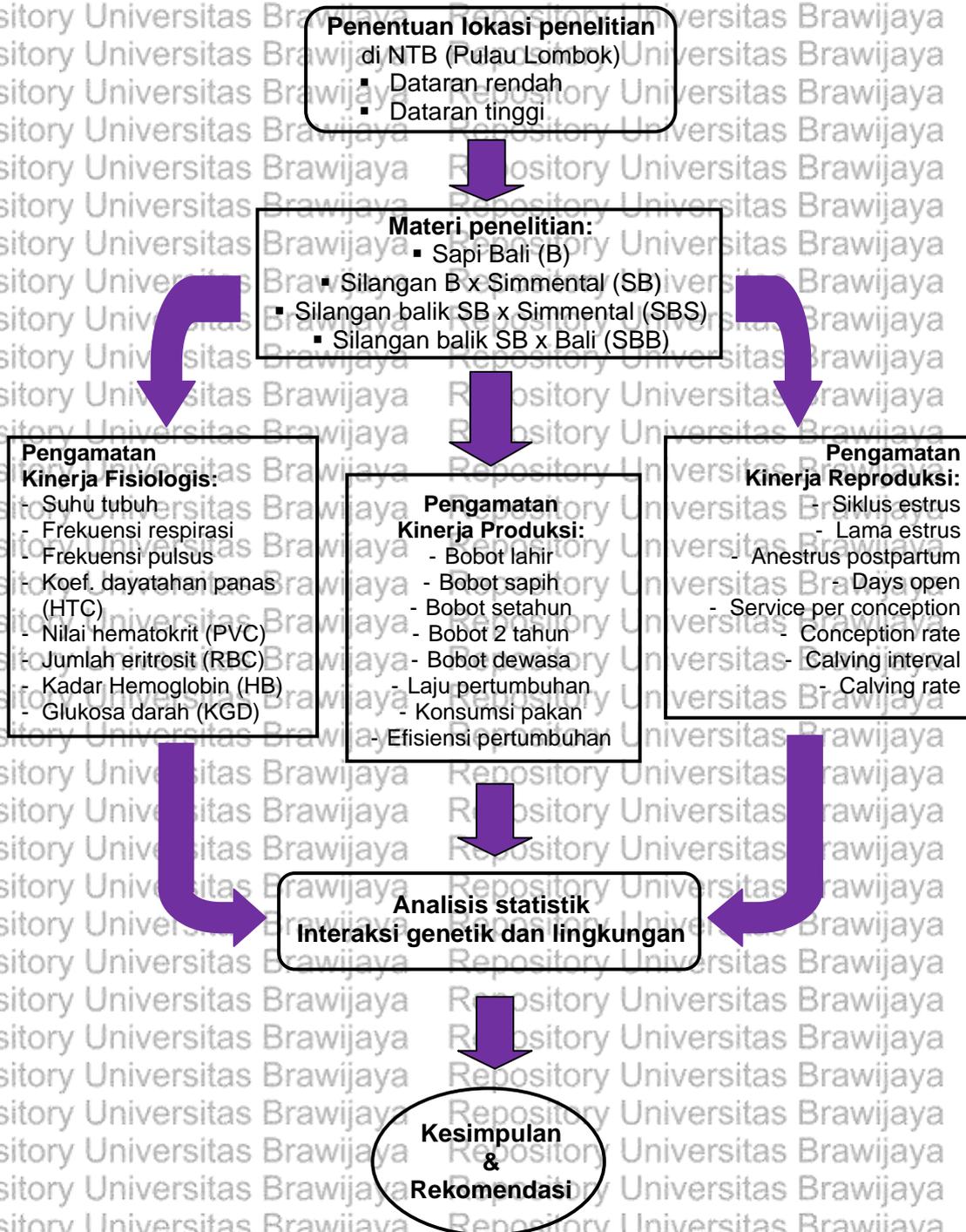
Secara Sematis, keseluruhan kerangka pemikiran di atas dikemukakan dalam Gambar 3 berikut ini:



Gambar 3. Sekma Kerangka Pemikiran dalam Kajian Produktifitas Sapi Bali dan Hasil Persilangannya dengan Sapi Simmental pada Dataran Rendah dan Dataran Tinggi di Nusa Tenggara Barat.



### 3.2. Kerangka Operasional Penelitian



Gambar 4. Skema kerangka operasional penelitian





## BAB IV

### MATERI DAN METODE PENELITIAN

#### 4.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini secara keseluruhan dilaksanakan sejak September 2012 s/d Agustus 2013. Sebelum itu, dilakukan pra penelitian untuk pemetaan lokasi serta untuk mengumpulkan data/informasi awal yang berkaitan dengan materi penelitian dan kondisi faktor-faktor yang dipelajari. Pra penelitian berlangsung selama dua bulan, pada Mei s/d Juli 2012.

Penelitian dilaksanakan di dalam wilayah propinsi Nusa Tenggara Barat (NTB), dengan mengambil lokasi di pulau Lombok yang merupakan salah satu dari dua wilayah kepulauan utama di NTB. Pengambilan lokasi di pulau Lombok ini didasarkan atas pertimbangan ketersediaan materi penelitian, khususnya materi berupa sapi hasil persilangan, karena program persilangan sapi lokal melalui inseminasi buatan (IB) di NTB selama ini dikonsentrasikan di pulau Lombok, dan sebanyak 48% populasi sapi di NTB dipelihara oleh petani-peternak di pulau tersebut.

Adapun lingkup wilayah penelitian ini di pulau Lombok, meliputi wilayah dataran rendah (0-100 m dpl.) dan dataran tinggi (700-1.000 m dpl.). Penentuan lokasi penelitian pada masing-masing wilayah ketinggian tempat, didasarkan pada keadaan populasi sapi sesuai genotip yang berkaitan dengan materi penelitian.

Sehubungan dengan luas wilayah yang sangat berbeda antara wilayah dataran rendah dan dataran tinggi, yaitu sekitar 10 : 1, maka lokasi penelitian ini pada wilayah dataran rendah dan dataran tinggi ditentukan dengan mengambil 10%



wilayah dataran rendah dan 75% wilayah dataran tinggi, sesuai arahan Ghony dan Almansur (2011). Dengan demikian, penelitian ini dilaksanakan pada 26 desa di wilayah dataran rendah dan 10 desa di wilayah dataran tinggi se Pulau Lombok.

## 2. Materi Penelitian

Materi penelitian ini adalah sapi-sapi hasil Inseminasi Buatan (IB) yang berkembang di kalangan peternakan rakyat dengan manajemen kandang kolektif pada wilayah-wilayah dataran tinggi dan dataran rendah di lokasi penelitian ini, terdiri atas:

- 1) Sapi Bali (hasil IB murni sapi Bali betina dengan pejantan Bali)..... B
- 2) Sapi hasil persilangan sapi Bali (betina) dengan sapi Simmental (50% Simmental dan 50% Bali).....  $\frac{1}{2}S\frac{1}{2}B$  atau SB
- 3) Sapi hasil silang balik (*back crossing*) sapi Simbal betina dengan pejantan Simmental (75% Simmental dan 25% Bali)....  $\frac{3}{4}S\frac{1}{4}B$  atau SBS
- 4) Sapi hasil silang balik (*back crossing*) sapi Simbal betina dengan pejantan Bali (25% Simmental dan 75% Bali) .....  $\frac{1}{4}S\frac{3}{4}B$  atau SBB

Setiap jenis sapi tersebut meliputi jenis kelamin jantan dan betina, pada umur baru lahir (1 hari), sapih (150 hari), 1 tahun (365 hari), 2 tahun (730 hari), dan 3 tahun (1.095hari). Selain berupa ternak (sapi), materi penelitian ini juga meliputi pakan dan sampel pakan harian sapi, sampel darah, dan peternak sebagai responden.

Semua materi penelitian tersebut, baik untuk dataran tinggi maupun dataran rendah, diambil dari kelompok-kelompok peternakan sapi intensif pada kandang-kandang kolektif, hal ini sebagai pendekatan kearah keseragaman tatalaksana



pemeliharaan. Adapun kriteria dan jumlah sapi penelitian diarahkan sesuai variabel yang diteliti, yakni:

- Untuk pengamatan parameter-parameter kinerja produksi digunakan sapi jantan maupun betina umur baru lahir (0-1 hari), sapih (150 hari), 1 tahun (365 hari), 2 tahun (730 hari), dan 3 tahun (1.095 hari), serta pakan dan sampel pakan harian sapi dewasa.
- Untuk pengamatan parameter-parameter kinerja reproduksi digunakan sapi betina dewasa umur 4-8 tahun dengan Skor Kondisi Tubuh (BCS) diarahkan seragam (3-5), beserta peternak yang memeliharanya sebagai responden.
- Untuk pengamatan parameter-parameter respon fisiologis digunakan sapi jantan maupun betina umur 3-5 bulan dan 24-36 bulan dengan kondisi fisik diarahkan seragam (BCS 3-5), termasuk tidak dalam keadaan bunting untuk sapi betina, beserta sampel darah sapi.

Setiap kriteria di atas untuk masing-masing jenis sapi, baik di dataran rendah maupun dataran tinggi, ditentukan secara purposif dengan pendekatan yaitu setiap sapi yang ditemukan dan sesuai dengan kriteria di atas maka diambil sebagai sampel penelitian. Demikian seterusnya, informasi keberadaan ternak sampel ditelusuri dari satu tempat (kelompok peternak) ke tempat lainnya yang mengembangkan budidaya sapi Bali dan silangannya dengan sapi Simmental di wilayah penelitian ini. Rincian jumlah sapi penelitian menurut kriteria dan kegunaannya dalam penelitian ini, dipresentasikan dalam Lampiran 1.

#### **4.3. Metode Penelitian**

Penelitian dilaksanakan dengan metode survey, yaitu pengamatan atau penyelidikan yang kritis dengan pengukuran secara langsung terhadap setiap



parameter dari variable-variabel yang diteliti untuk mendapatkan data yang obyektif dari setiap materi penelitian pada setiap lokasi yang telah ditentukan. Jenis penelitian ini tergolong dalam penelitian evaluatif, yaitu suatu metode yang memungkinkan untuk penyelidikan interaksi antara faktor-faktor tertentu di lapangan dengan jalan merancang, mengumpulkan data, menyusun, menjelaskan, menganalisis, serta menginterpretasikan dan menarik kesimpulan. Atau suatu studi ekstensif yang dipolakan untuk memperoleh informasi-informasi yang dibutuhkan (Daniel, 2003).

#### 4.3.1. Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini, secara umum, terdiri atas variabel perlakuan (variabel bebas) dan variabel respon. Disamping itu, dikaji juga beberapa variabel tambahan sebagai penunjang. Masing-masing variabel tersebut diuraikan sebagai berikut:

A. Variabel perlakuan, meliputi:

a) Bangsa sapi, terdiri atas:

(1) sapi Bali.. B

(2) silangan B x Simmental...  $\frac{1}{2}S\frac{1}{2}B$  atau SB

(3) silangan balik SB x Simmental...  $\frac{3}{4}S\frac{1}{4}B$  atau SBS

(4) silangan balik SB x Bali...  $\frac{1}{4}S\frac{3}{4}B$  atau SBB

b) Lingkungan (ketinggian tempat dari permukaan laut), terdiri atas:

(1) dataran rendah, 0-100 m dpl.

(2) dataran tinggi, 700-1.000 m dpl.

B. Variabel respon, meliputi:

a) Kinerja produksi, terdiri atas:



- (1) bobot lahir (kg)
- (2) bobot sapih 150 hari (kg)
- (3) bobot badan (kg) umur 365 hari
- (4) bobot badan (kg) umur 730
- (5) bobot badan (kg) umur 1.095 hari
- (6) konsumsi pakan harian (kg/hari)
- (7) konsumsi energi (kg TDN/hari)
- (8) pertambahan bobot badan (kg/hari)
- (9) efisiensi pertumbuhan (%)

b) Kinerja reproduksi, terdiri atas:

- (1) *anestrus post partum* (hari)
- (2) panjang siklus estrus (hari)
- (3) lama estrus (jam)
- (4) *service per conception* (kali)
- (5) *conception rate* (%)
- (6) *days open* (hari)
- (7) *calving interval* (hari)

c) Respon fisiologis sapi, terdiri atas:

- (1) suhu tubuh ( $^{\circ}\text{C}$ )
- (2) frekuensi respirasi (kali.menit<sup>-1</sup>)
- (3) frekuensi pulsus (kali.menit<sup>-1</sup>)
- (4) koefisien daya tahan panas (HTC)
- (5) jumlah eritrosit (butir.mm<sup>-3</sup>)
- (6) kadar Hb darah (gram.%)
- (7) nilai hematokrit (%)



(8) kadar glukosa darah (mg/dl)

C. Variabel Tambahan/Penunjang, meliputi:

a) Unsur-unsur iklim pada masing-masing ketinggian tempat, terdiri atas:

(1) suhu udara ( $^{\circ}\text{C}$ )

(2) kelembaban udara (%)

(3) *temperature-humidity index* (THI)

b) Komposisi bahan dan kandungan nutrisi pakan sapi

#### 4.3.2. Prosedur Pengumpulan Data

##### 4.3.3.1. Pengukuran Respon Fisiologis

Data respon fisiologis (suhu tubuh, frekuensi respirasi, dan frekuensi pulsus) diambil dengan pengukuran langsung terhadap setiap sapi sampel, dilakukan satu hari dalam seminggu selama 10 minggu. Pengukuran dilakukan pada pukul 05.00, 09.00, 13.00, 17.00 dan 24.00. Sedangkan data hematologis (nilai hematokrit, jumlah eritrosit, kadar Hb, dan kadar glukosa darah) diambil melalui pengamatan terhadap sampel-sampel darah sapi penelitian.

Peralatan untuk penelitian ini meliputi alat pengambilan sampel darah berupa microvenoject 10 ml, dan alat-alat ukur respon fisiologis berupa termometer klinis (untuk pengukur suhu tubuh), stetoskop (alat bantu pengukuran frekuensi respirasi), haemocytometer (untuk menghitung jumlah eritrosit), haemometer (untuk mengukur kadar Hb), dan seperangkat alat spektrofotometer (untuk mengukur kadar glukosa darah).



Pengambilan sampel darah sapi dilakukan melalui *vena jugularis* di bagian leher menggunakan mikrovenoject 5 ml yang sudah dilengkapi zat anti coagulant. Sampel darah dalam mikrovenoject kemudian disimpan di dalam termos dingin hingga saat pemeriksaan di Laboratorium Ternak Potong dan Kerja Fakultas Peternakan Universitas Mataram, Mataram.

Prosedur pengukuran masing-masing parameter respon fisiologis tersebut, dikemukakan sebagai berikut:

- 1) Suhu tubuh sapi, adalah suhu rectal ( $^{\circ}\text{C}$ ) sapi ketika dalam keadaan tenang dan normal, yang diukur menggunakan termometer klinis dengan memasukkan ujung termometer ke dalam rectum selama 5 menit, hasil setiap kali pengukuran merupakan rata-rata dari tiga kali pengulangan. Pengukuran suhu tubuh dilakukan setiap minggu pada pukul 05.00, 09.00, 13.00, 17.00, dan 22.00. Suhu tubuh harian merupakan rata-rata hasil pengukuran dalam satu hari.
- 2) Frekuensi respirasi sapi ( $\text{kali.menit}^{-1}$ ), adalah kekerapan keluar masuknya udara pernafasan dalam waktu satu menit, diukur dengan cara menghitung dengusan nafas melalui permukaan nostril (lubang hidung) dalam satu menit, atau dengan menggunakan alat bantu stetoskop yang ditempelkan pada dinding dada untuk mendeteksi tarikan dan hembusan nafas yang dihitung frekuensinya dalam satu menit. Pengamatan diulang tiga kali, sehingga data yang diambil merupakan nilai rata-rata dari ketiga ulangan tersebut. Pengukuran frekuensi respirasi dilakukan setiap minggu pada pukul 05.00, 09.00, 13.00, 17.00, dan 22.00. Frekuensi respirasi harian merupakan rata-rata hasil pengukuran dalam satu hari.
- 3) Frekuensi pulsus ( $\text{kali.menit}^{-1}$ ), diukur dengan menghitung jumlah denyutan pembuluh darah arteri femoralis dalam waktu satu menit melalui palpasi pada



pangkal paha bagian median. Pengamatan diulang tiga kali, sehingga data yang diambil merupakan nilai rata-rata dari ketiga ulangan tersebut. Pengukuran frekuensi pulsus dilakukan setiap minggu pada pukul 05.00, 09.00, 13.00, 17.00, dan 22.00. Frekuensi pulsus harian merupakan rata-rata hasil pengukuran dalam satu hari.

- 4) Koefisien dayatahan panas (HTC), dihitung berdasarkan data rata-rata suhu tubuh harian dan rata-rata frekuensi respirasi harian masing-masing sapi penelitian, kemudian dimasukkan ke dalam persamaan HTC menurut Soeharsono (1998):

	Tb	Fr	<u>Keterangan:</u>
HTC =	-----	+ -----	HTC = Heat Tolerance Coefficient
	<b>38,3</b>	<b>23</b>	Tb = Rataan suhu tubuh (°C) harian sapi
			Fr = Rataan frekuensi respirasi (kali.menit <sup>-1</sup> ) harian sapi
			38,3 = Angka standar suhu tubuh sapi (°C)
			23 = Standar frekuensi respirasi sapi (kali.menit <sup>-1</sup> )

- 5) Jumlah eritrosit, diukur menggunakan haemocytometer, dengan prinsip pengenceran darah oleh larutan hayem (100 kali). Sampel darah yang telah diencerkan dalam pipet haemocytometer kemudian dimasukkan ke bilik hitung Newbower dan diperiksa dengan mikroskop untuk menghitung jumlah butir eritrosit dalam bilik hitung. Berdasarkan jumlah eritrosit terhitung (E), dapat ditentukan jumlah eritrosit per mm<sup>3</sup> darah, yaitu:

$$\text{Jumlah eritrosit (butir.mm}^{-3}\text{)} = 10.000 \times E \text{ butir}$$

- 6) Kadar hemoglobin (Hb), diukur menggunakan Metode Sahli dengan alat haemometer, mengikuti prinsip pemecahan eritrosit oleh HCl 0,1 N. Sampel darah dimasukkan ke dalam tabung haemometer yang telah diisi HCl 0,1 N, kemudian diaduk dengan gelas pengaduk dan ditetesi aquades sampai warna



larutan sama dengan warna larutan standar dalam tabung lainnya. Dengan demikian, kadar Hb darah (gram.%) dapat dibaca.

- 7) Nilai hematokrit, diukur menggunakan Tabung (kapiler) Hematokrit yang diisi sampel darah, kemudian dicentrifuge pada 3000 rpm selama 15 menit hingga komponen seluler darah terpisah dengan komponennya. Panjang volume endapan seluler darah dalam tabung kapiler dapat dibaca menggunakan alat pembaca mikrokapiler, sehingga nilai hematokrit dapat ditentukan:

$$\text{Nilai hematokrit (\%)} = \text{volume endapan sel-sel darah} \times 100\%$$

- 8) Kadar glukosa darah, diukur menggunakan metode Glukosa Oksida - Phenol Amino Penazone (GOD-PAP), dengan alat Spektrofotometer Reflektan Boehminger.

#### 4.3.3.2. Pengukuran Kinerja Produksi

Data bobot lahir, bobot sapih 150 hari, bobot 365 hari, bobot 730 hari, dan bobot dewasa, diperoleh melalui pengukuran langsung dengan cara penimbangan setiap sapi penelitian. Setiap penimbangan untuk bobot badan selain bobot lahir dilakukan sebelum sapi diberi makan, yaitu pada pagi hari sekitar pukul 07.00 WITA; untuk bobot lahir, penimbangan pedet dilakukan sebelum pedet tersebut diberi menyusu oleh induknya.

Alat-alat yang digunakan dalam pengukuran kinerja produksi adalah timbangan pegas kapasitas 50 kg untuk menimbang pakan sapi dan menimbang bobot lahir pedet, timbangan elektrik portable merk "Ohaus" kapasitas 1.000 kg untuk menimbang sapi, perangkat kandang jepit untuk memudahkan penimbangan sapi, dan gendongan dari bahan kain sebagai alat bantu dalam penimbangan bobot



lahir pedet. Adapun prosedur pengukuran selengkapnya dikemukakan sebagai berikut :

1) Bobot lahir (*birth weight*), adalah bobot badan pedet (kg) sesaat setelah lahir, atau setidaknya pada umur kurang dari 24 jam.

2) Bobot sapih (*weaning weight*), adalah bobot badan sapi pada saat disapih. Sehubungan penyapihan pedet pada lokasi penelitian ini dilakukan saat pedet berumur 4-6 bulan atau rata-rata pada umur 5 bulan (150 hari), maka bobot sapih dalam penelitian ini dinyatakan dengan bobot sapih 150 hari (bs.150).

Bobot sapih 150 hari dalam penelitian ini, diperoleh dengan penimbangan langsung setiap pedet pada saat disapih. Untuk hasil penimbangan yang dilakukan tidak persis pada umur 150 hari, maka dilakukan koreksi ke dalam bobot sapih 150 hari menggunakan persamaan hasil modifikasi persamaan bobot sapih 205 hari menurut Hardjosubroto dan Astuti (1993), sebagai berikut :

Keterangan:

BS.150 = Bobot Sapih Umur 150 hari

BSN = Bobot Sapih Nyata (kg)

BL = Bobot Lahir (kg)

U = Umur (hari)

FKUI = Faktor Koreksi Umur Induk

(FKUI = 1,15 ; 1,10 ; 1,05 ; dan 1,00 untuk induk umur 2 ; 3 ; 4 ; dan >5 tahun)

3) Bobot badan umur 365 hari (B.365), diperoleh dengan penimbangan langsung sapi jantan maupun betina pada saat mencapai umur 365 hari. Apabila penimbangan dilakukan tidak persis pada umur 365 hari, maka dilakukan koreksi ke dalam bobot 365 hari menggunakan persamaan hasil modifikasi persamaan bobot badan 365 hari menurut Pane (1993), sebagai berikut :



$$BB.365 = \frac{BNA - BS.150}{JH} \times 215 + BS.150$$

Apabila BS.150 tidak tersedia, maka dilakukan pendekatan dengan bobot lahir mengikuti persamaan sbb:

$$BB.365 = \frac{BNA - BL}{U} \times 365 + BL$$

Penentuan umur sapi dalam satuan hari pada saat ditimbang, jika catatan kelahiran tidak tersedia, dilakukan dengan pendekatan sebagai berikut:

➤ untuk pedet pra sapih, digunakan persamaan:

$$\text{Umur (hari)} = \frac{BT - BL}{PBBH}$$

➤ untuk pedet lepas sapih, digunakan persamaan:

$$\text{Umur (hari)} = \frac{365 (BT - BL)}{BB.365 - BL}$$

Atau menggunakan data bobot sapih 150 hari (BS.150) dengan persamaan:

$$\text{Umur (hari)} = \frac{215 (BT - BS.150)}{BB.365 - BS.150} + 150$$

➤ untuk sapi dewasa > 1 tahun, digunakan persamaan:

$$\text{Umur (hari)} = \frac{365 (BT - BB.365)}{BB.365 - BS.150} + 365$$

Keterangan:

B.365 = Bobot Badan Umur 365 hari

BNA = Bobot Nyata Akhir (kg)

BS.150 = Bobot Sapih 150 hari (kg)

JH = Jarak umur (hari) antara penimbangan dan 150 hari

Keterangan:

B.365 = Bobot Umur 365 hari

BNA = Bobot Nyata Akhir (kg)

BL = Bobot Lahir (kg)

U = Umur (hari) penimbangan

Keterangan:

BT = berat saat ditimbang (kg)

BL = berat lahir (kg)

PBBH = pertambahan berat badan harian (kg)

Keterangan :

BT = berat saat ditimbang (kg)

BL = berat lahir (kg)

BB.365 = berat umur 365 hari (kg)

Keterangan :

BT = berat saat ditimbang (kg)

BS.150 = berat umur 150 hari (kg)

BB.365 = berat umur 365 hari (kg)

Keterangan :

BT = berat saat ditimbang (kg)

BB.365 = berat umur 365 hari (kg)



BB.730 – BB.365

BB.730 = berat umur 730 hari (kg)

4) Bobot badan dewasa (>2 tahun), diperoleh dengan menimbang sapi secara langsung di dalam kandang jepit yang sudah disiapkan.

5) Konsumsi pakan (kg bahan kering/hari), adalah selisih antara berat pakan yang disediakan dikurangi berat pakan yang tersisa dalam satu hari, dikalikan dengan kandungan bahan keringnya. Penimbangan pakan tersisa dilakukan 2(dua) kali dalam satu hari, yaitu pada sore hari pukul 16.00 dan pagi hari pukul 07.00 WITA, masing-masing selama 3 (tiga) minggu untuk musim hujan dan musim panas. Kandungan bahan kering pakan diperoleh dengan mengeringkan sampel pakan seberat 500 gram dari pakan yang disediakan perhari, menggunakan oven pengering pada suhu 60°C sampai mencapai berat konstan (berat kering), kemudian pengeringan dilanjutkan dengan suhu oven 105°C selama 8-12 jam, di Laboratorium Ternak Potong dan Kerja Fakultas Peternakan Universitas Mataram, Mataram

6) Konsumsi energy pakan, adalah jumlah bahan kering yang dikonsumsi (kg) dikalikan dengan kandungan energinya berdasarkan total nutrient dapat dicerna (TDN, kg). Kandungan TDN pakan diperoleh dengan menganalisis kecernaan nutrient pakan secara *in-vitro* di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Unram, Mataram, kemudian dihitung menggunakan persamaan sebagaimana diterapkan Bogart *et al.*(1993); Widhiastuty (2009)

$$\text{sebagai berikut: } \text{TDN (\%)} = \text{PK}_{\text{dd}} + \text{SK}_{\text{dd}} + 2,25 \text{LK}_{\text{dd}} + \text{BETN}_{\text{dd}}$$

dalam hal ini, PK = protein kasar; SK = serat kasar ; LK = lemak kasar; BETN = bahan ekstrak tanpa nitrogen; dan dd = dapat dicerna



7) Pertambahan bobot badan (PBB), untuk fase pra sapih, merupakan hasil penghitungan bobot sapih dikurangi bobot lahir, kemudian dibagi dengan umur sapih (hari); sedangkan untuk fase lepas sapih, adalah bobot badan umur 365 hari dikurangi bobot sapih 150 hari, kemudian dibagi (365 - 150) hari.

8) Efisiensi pertumbuhan, adalah pertambahan bobot badan (*gain*) yang diperoleh per unit bahan kering yang dikonsumsi per hari. Diperoleh dari perhitungan PBB/KBK, sesuai pendapat Bogart (1993); Wang *et al.* (2006); Widhiastuty (2009).

#### 4.3.3.3. Pengukuran Kinerja Reproduksi

Pengambilan data kinerja reproduksi sapi-sapi sampel dilakukan melalui pengamatan secara langsung. Adapun data pendukung berkaitan dengan identifikasi sapi-sapi penelitian dilakukan melalui wawancara terstruktur dengan peternak responden, serta melalui wawancara mendalam (*indepth interview*) dengan inseminator atau petugas terkait IB lainnya. Penelitian ini menggunakan kuisioner sebagai alat bantu dalam menggali data identitas dan status reproduksi sapi sampel, baik dari peternaknya sendiri maupun dari inseminator atau petugas IB yang menangani reproduksi sapi dimaksud.

Adapun definisi operasional parameter-parameter kinerja reproduksi yang diukur, diuraikan sebagai berikut :

- 1) Periode anestrus post partum, adalah jarak waktu sejak melahirkan sampai munculnya estrus pertama pos partum
- 2) *Days Open*, merupakan jarak waktu (hari) sejak melahirkan sampai bunting kembali.



3) *Conception Rate* adalah jumlah betina (%) yang menjadi bunting dari perkawinan (IB) yang pertama

4) *Calving Interval* (CI) atau selang beranak, adalah selang waktu (hari) antara kelahiran yang satu dengan kelahiran berikutnya

#### 4.8.3.4. Pengukuran Variabel Penunjang

Variabel penunjang yang berupa keadaan unsur-unsur iklim pada masing-masing ketinggian tempat, diukur secara langsung dengan terlebih dahulu menentukan secara acak masing-masing 3 (tiga) wilayah desa di dataran rendah dan dataran tinggi sebagai lokasi pengukuran. Adapun definisi operasional tiap-tiap parameter yang diukur, dikemukakan sebagai berikut :

1) Suhu udara, adalah ukuran relative dari kondisi termal udara dalam suatu lingkungan yang dalam penelitian ini, merupakan rata-rata suhu udara harian ( $^{\circ}\text{C}$ ) yang diperoleh dari rata-rata hasil pengukuran pada pagi hari (pukul 05.00 dan 09.00), siang hari (pukul 13.00), sore hari (pukul 17.00), dan malam hari (pukul 22.00). Diamati setiap 3 hari dalam waktu 1 bulan pada musim hujan (Januari-Februari 2013) dan 1 bulan pada musim panas (Juli-Agustus 2013), menggunakan thermometer ruang yang ditempatkan pada tiang kandang sejajar dengan tubuh sapi.

2) Kelembaban udara, secara klimatologis merupakan kelembaban relative (*relative humidity* = RH), adalah perbandingan antara tekanan uap air actual (yang terukur) dengan uap air jenuh, dinyatakan dalam persen (%). Dalam penelitian ini merupakan rata-rata kelembaban udara harian (%) yang diperoleh dari rata-rata hasil pengukuran pada pagi hari (pukul 05.00 dan 09.00), siang hari (pukul 13.00), sore hari (pukul 17.00), dan malam hari (pukul 22.00). Diamati



setiap 3 hari dalam waktu 1 bulan pada musim hujan (Januari-Februari 2013)

dan 1 bulan pada musim panas (Juli-Agustus 2013), menggunakan Air Guide yang ditempatkan pada tiang kandang sejajar dengan tubuh sapi.

- 3) *Temperature Humidity Index* (THI), adalah nilai yang menyatakan efek gabungan suhu udara dan kelembaban, dinyatakan dengan persamaan sebagaimana dikemukakan Turnpenny (2004) :

$$THI = T_{bk} + (0,36 \times T_{bb}) + 41,2 \dots T_{bk} : \text{Termometer bola kering}$$

$T_{bb}$  : Termometer bola basah

Pengukuran  $T_{bk}$  dan  $T_{bb}$  dilakukan dalam waktu dan tempat bersamaan dengan pengukuran suhu dan kelembaban udara pada tiap lokasi penelitian. Alat ukur yang digunakan adalah Dry-Wet Ball Thermometer merek "Dhattax".

#### 4.3.4. Analisis Data

Data yang diperoleh untuk masing-masing variabel respon terlebih dahulu dikelompokkan menurut ketinggian tempat, genotip, dan jenis kelamin sapi, mengacu kepada bagan analisis data yang telah disiapkan. Data kemudian dianalisis menggunakan Analisa Varian untuk Uji-F (Ghony dan Almans, 2011), dan uji lanjut menggunakan Uji Turkey (HSD).

Adapun operasi analisis data, dilakukan menggunakan software Genstat.

Model statistik penelitian, secara umum adalah:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \sigma_{jk} + \epsilon_{jk}$$

$Y_{ij}$  = Variabel respon yang dianalisis

$\mu$  = Rata-rata umum

$\alpha_i$  = Pengaruh ketinggian tempat pada taraf ke- $i$



$\beta_j$  = Pengaruh genetik sapi pada taraf ke j

$(\alpha\beta_{ij})$  = Pengaruh interaksi genetik dan ketinggian tempat

$\sigma_{jk}$  = Galat yang berhubungan dengan faktor ketinggian tempat

$\epsilon_{ijk}$  = Galat yang berhubungan dengan faktor genetik sapi.



## BAB V

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 5.1. Keadaan Umum Lokasi Penelitian

Hasil kajian mengenai keadaan umum lokasi penelitian ini dibagi dalam tiga bagian sesuai relevansinya dengan penelitian ini secara keseluruhan, yaitu keadaan geografis dan iklim, keadaan pakan ternak, dan keadaan populasi sapi dan pelaksanaan inseminasi buatan (IB). Data yang dikemukakan, terdiri atas data primer hasil pengamatan dan analisis secara langsung, dan data sekunder yang diperoleh dari berbagai sumber data.

##### 5.1.1. Keadaan Geografis dan Iklim

Wilayah provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB), secara geografis, terletak antara  $115^{\circ} 46'$  -  $119^{\circ} 5'$  Bujur Timur dan  $8^{\circ} 10'$  -  $9^{\circ} 5'$  Lintang Selatan, terdiri atas dua wilayah kepulauan utama yaitu Pulau Lombok dan Pulau Sumbawa dengan total luas wilayahnya mencapai  $20.153,15 \text{ km}^2$ . Batas wilayah sebelah barat dari Provinsi NTB yaitu Selat Lombok dinyatakan sebagai *Garis Wallace* yang menandai batas flora dan fauna Asia, artinya, mulai dari Pulau Lombok ke arah timur, flora dan fauna lebih menunjukkan kemiripan dengan flora dan fauna yang dijumpai di Australia daripada di Asia.

Pulau Lombok, wilayah yang dijadikan lokasi penelitian ini, memiliki luas wilayah  $4.738,7 \text{ km}^2$  atau 23,5% dari total luas wilayah provinsi NTB, terdiri atas 5 daerah kabupaten/kota yakni: Kabupaten Lombok Barat ( $872,9 \text{ km}^2$ ), Kabupaten Lombok Tengah ( $1.472,65 \text{ km}^2$ ), Kabupaten Lombok Timur ( $1.605,55 \text{ km}^2$ ), Kabupaten Lombok Utara ( $776,25 \text{ km}^2$ ), dan Kota Mataram ( $56,35 \text{ km}^2$ ). Menurut data Pusat Studi



Pembangunan Nusa Tenggara Barat (Hazdi *et al.* 2013), Sumber daya alam (SDA) Pulau Lombok diperkirakan dapat menampung ternak sekitar 1 (satu) juta ekor atau setara dengan 0,75 juta satuan ternak (ST). Daya tampung ternak tersebut diperhitungkan dari potensi pakan ternak yang dapat dihasilkan dari berbagai lahan sumber pakan ternak yang meliputi lahan sawah, tegal, kebun, ladang, hutan negara, hutan rakyat, perkebunan, lahan yang sementara tidak digunakan, dan padang penggembalaan.

Topografi pulau Lombok didominasi oleh gunung berapi Rinjani yang ketinggiannya mencapai 3.726 m di atas permukaan laut dan menjadikannya gunung tertinggi ketiga di Indonesia. Di sekitar Gunung Rinjani terdapat beberapa pegunungan lainnya seperti: Gunung Mareje (1.716 m), Gunung Timanuk (2.362 m), Gunung Nangi (2.330 m), Gunung Parigi (1.532 m), Gunung Pelawangan (2.638 m), dan Gunung Baru (2.376 m). Daerah di sekitar pegunungan-pegunungan tersebut dari ketinggian 700 m hingga 1.200 m dpl., merupakan dataran tinggi yang sebagian besar dimanfaatkan untuk pertanian dan pemukiman disamping sebagian merupakan hutan lindung dan taman nasional yang dilindungi pemerintah. Adapun daerah pada ketinggian di bawah 400 m dpl., adalah wilayah dataran rendah yang merupakan bagian terluas sebagaimana terlihat pada Peta Pulau Lombok (Lampiran 5).

Perbedaan topografi dalam suatu daerah, yaitu adanya wilayah dataran tinggi dan dataran rendah, menyebabkan berbedanya keadaan unsur-unsur iklim antara satu wilayah dengan wilayah lainnya di dalam daerah tersebut. Hasil pengamatan terhadap beberapa unsur iklim di lokasi penelitian ini, baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi, dikemukakan dalam Tabel 9.



Tabel 9. Keadaan Suhu dan Kelembaban Udara Harian Rata-Rata, serta Curah Hujan Tahunan pada Ketinggian Tempat Berbeda di Pulau Lombok

No.	Unsur Iklim	Dataran Rendah (0-100 m dpl)	Dataran Tinggi (700-1000 m dpl)
1.	Suhu Udara (°C)	31,66±0,53 <sup>a</sup>	24,78±0,67 <sup>b</sup>
2.	Kelembaban Udara (%)	65,89±2,12 <sup>a</sup>	88,17±2,56 <sup>b</sup>
3.	Indeks Suhu dan Kelembaban (THI)	80,02±3,25 <sup>a</sup>	69,39±2,44 <sup>b</sup>
4.	Curah Hujan Tahunan (mm) <sup>*)</sup>	1.556,05±129,70 <sup>a</sup>	3.543,13±221,63 <sup>b</sup>

Keterangan: <sup>a,b</sup>, pada baris yang sama menunjukkan P<0,01  
\*) = data sekunder, diolah

Tabel 9 memperlihatkan bahwa unsur-unsur iklim terutama suhu udara dan kelembaban relatif harian serta curah hujan tahunan rata-rata pada lokasi penelitian ini, masing-masing berbeda antara wilayah dataran rendah dan dataran tinggi.

Berdasarkan hasil analisis statistik, suhu udara harian rata-rata pada dataran rendah, sangat nyata (P<0,01) lebih tinggi dibanding suhu udara harian rata-rata pada dataran tinggi. Tetapi, kelembaban udara harian dan curah hujan tahunan rata-rata pada dataran rendah, masing-masing sangat nyata (P<0,01) lebih rendah daripada dataran tinggi.

Adanya perbedaan suhu udara antara wilayah dataran rendah dan dataran tinggi tersebut, merupakan hal yang umum untuk daerah tropis seperti Indonesia yang memiliki iklim isothermal, sebagaimana dinyatakan Lakitan (2002) dan Tjasyo (2004), bahwa variasi suhu lingkungan di Indonesia lebih dipengaruhi oleh ketinggian tempat dari permukaan laut (altitude). Disebutkan pula bahwa di Indonesia, suhu maksimum menurun 0,6 °C dan suhu minimum menurun 0,5 °C untuk setiap kenaikan tinggi tempat 100 m dari permukaan laut.

Adapun untuk kelembaban udara harian rata-rata yang dijumpai lebih tinggi pada dataran tinggi dibanding pada dataran rendah sebagaimana terlihat pada Tabel 9, hal tersebut berkaitan dengan angka curah hujan tahunan yang juga dijumpai lebih



tinggi ( $P < 0,01$ ) pada dataran tinggi dibanding pada dataran rendah. Kelembaban udara berkaitan dengan kejenuhan uap air di udara, yaitu semakin tinggi tingkat kejenuhan uap air di udara menyebabkan udara menjadi semakin lembab. Angka curah hujan yang tinggi pada dataran tinggi telah menyebabkan tingginya persentase uap air di udara, sehingga kelembaban udara meningkat pada dataran tinggi.

Kombinasi suhu udara dan kelembaban relatif yang dinyatakan sebagai *Temperature Humidity Index* (THI), sebagaimana terlihat dalam Tabel 9. angkanya juga berbeda sangat nyata ( $P < 0,01$ ) antara dataran rendah dan dataran tinggi. Dalam hal ini, THI untuk dataran rendah (80,02) sangat nyata lebih tinggi dibanding THI untuk dataran tinggi (69,39). Tingginya angka THI pada dataran rendah tampak berkaitan terutama dengan tingginya suhu udara harian, disamping karena kelembaban udara yang juga tergolong tinggi, sebagaimana dinyatakan As-Syakur (2011) bahwa Pulau Lombok termasuk kepulauan di daerah tropis dengan kelembaban udara yang relatif tinggi.

Data unsur-unsur iklim pada Tabel 9 di atas, jika dikonfirmasi dengan kebutuhan *comfort zone* untuk ternak sapi tropis, maka dapat dikemukakan bahwa:

(1) suhu udara harian rata-rata pada dataran rendah ( $31,66\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), tampak melampaui kisaran suhu *comfort zone* untuk ternak sapi tropis ( $10\text{-}27\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) menurut Santos (1997), tetapi suhu udara harian rata-rata pada dataran tinggi ( $24,78\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) tampak berada pada kisaran suhu *comfort* sapi tropis tersebut, (2) kelembaban udara harian rata-rata pada dataran rendah (65,89 %) tampak berada pada kisaran kelembaban udara ideal untuk produksi sapi potong (60-80%) menurut Santos (1997) dan Abid (2002), tetapi kelembaban udara harian rata-rata pada dataran tinggi (88,17%) tampak melampaui kisaran tersebut (3) nilai THI rata-rata pada dataran rendah (80,02) berada pada zona "bahaya" dalam Diagram THI untuk Sapi Potong menurut Dahlen dan Stoltenow



(2012), dan merupakan nilai THI yang dapat memulai terjadinya stress thermal pada sapi potong menurut Howden dan Turnpenny (2004); sedangkan nilai THI untuk dataran tinggi (69,39) termasuk dalam zona aman yang tidak menimbulkan stress thermal pada sapi potong.

### 5.1.2. Keadaan Pakan Ternak

Aspek pakan (nutrisional) merupakan salah satu aspek dari faktor lingkungan yang sangat berpengaruh terhadap produktivitas ternak, disamping aspek klimatologis dan aspek manajerial. Bagi ternak sapi, pakan diperlukan guna menunjang kebutuhan hidup pokok dan produksi, oleh karena itu, pakan harus tersedia secara kontinyu dan mencukupi.

Keadaan pakan ternak dalam suatu wilayah, berkaitan dengan luas lahan yang memiliki potensi sebagai sumber pakan ternak pada wilayah tersebut. Menurut data Pusat Studi Pembangunan NTB (Hazdi, 2013), potensi lahan dimaksud di Pulau Lombok mencapai 386.478 ha, yang terdiri atas lahan sawah 123.787 ha (32%) dan lahan kering 262.691 ha (68%). Lahan hutan negara yang tergolong lahan kering memiliki luas yang dominan, yaitu mencapai 120.258 ha atau 45% dari luas lahan kering keseluruhan. Berdasarkan asumsi bahwa lahan sawah dan lahan kering selain hutan dapat menampung ternak 1,5 ST per ha dan lahan hutan 0,25 ST per ha (Blue Print Program NTB BSS, 2013), maka wilayah Pulau Lombok diperkirakan dapat menampung ternak sapi sebanyak 444.424,50 ST. Sementara, populasi sapi di Pulau Lombok pada Tahun 2012 adalah 273.817 ST. Wilayah Pulau Lombok, dengan demikian, dengan tanpa introduksi teknologi pakan masih dapat menampung ternak sapi sekitar 170.608 ST atau setara dengan 221.790 ekor.



Sebagaimana diketahui bahwa pakan ternak sapi sebagian besar bersumber dari vegetasi, sehingga ketersediaan dan penyebarannya pada suatu wilayah sangat tergantung pada keadaan iklim, terutama curah hujan tahunan. Adapun iklim, sebagaimana hasil penelitian ini pada Tabel 9, keadaan unsur-unsurnya sangat dipengaruhi oleh ketinggian tempat dari permukaan laut, sehingga pada umumnya, vegetasi sumber pakan ternak pada dataran tinggi lebih tinggi kuantitas maupun kualitasnya dibanding dataran rendah. Keadaan vegetasi untuk pakan ternak juga sangat dipengaruhi oleh musim, yaitu pada musim hujan ketersediaannya lebih beragam dan melimpah, tetapi pada musim kemarau ketersediaannya sangat terbatas dan kualitasnya rendah.

Sehubungan dengan hal tersebut, penelitian ini menggali tingkat ketersediaan pakan bagi ternak sapi yang dipelihara pada wilayah dataran rendah dan dataran tinggi di Pulau Lombok, melalui penyelidikan seksama terhadap komposisi botani dan kimia (nutrisional) pakan yang diberikan sehari-hari. Hasil penelitian ini dikemukakan dalam Tabel 10 dan Tabel 11.

Berdasarkan Tabel 10, dapat dilihat bahwa secara keseluruhan, komposisi botani pakan sapi dan persentase rata-rata tiap komponen dalam pakan yang diberikan sehari-hari kepada ternak sapi, tidak berbeda antara dataran rendah dan dataran tinggi. Berdasarkan hasil uji statistik menggunakan Uji Kruskal Wallis, ternyata hanya komponen limbah pertanian (jerami padi, jerami kedelai/kacang, dan daun ketela) yang menunjukkan persentase rata-rata dalam pakan berbeda ( $P < 0,05$ ) antara dataran rendah dan dataran tinggi.



Tabel 10. Komposisi Botani Pakan Sapi dan Persentase Rata-Rata Tiap Komponen pada Ketinggian Tempat Berbeda

No.	Komponen Pakan	Persentase (%) menurut lokasi	
		Dataran Rendah (0-100 m dpl)	Dataran Tinggi (700-1200 m dpl)
1.	Rumput lapangan	47,57±2,05	49,83±3,76
2.	Rumput unggul		
	▪ Rumput gajah	16,22±1,34	15,46±1,10
	▪ Rumput raja	5,04±0,76	6,53±0,44
3.	Hijauan legum		
	▪ Lamtoro	1,31±0,06	0,98±0,04
	▪ Gamal	4,36±0,19	5,12±0,32
	▪ Kaliandra	3,93±0,14	4,08±0,08
	▪ Turi	4,20±0,11	3,96±0,13
4.	Limbah pertanian		
	▪ Batang pisang	2,95±0,07	3,07±0,04
	▪ Jerami padi	7,33±1,57 <sup>a</sup>	2,41±0,06 <sup>b</sup>
	▪ Daun kacang-kacangan	3,25±0,41 <sup>a</sup>	1,92±0,03 <sup>b</sup>
	▪ Daun ketela, kacang, dll.	3,14±0,26 <sup>a</sup>	5,35±0,42 <sup>b</sup>
	▪ Daun jagung	0,85±0,06	1,17±0,05

Keterangan: <sup>a,b</sup> pada baris yang sama menunjukkan  $P < 0,05$

Semua komponen selain limbah pertanian, yaitu rumput lapangan, rumput unggul, hijauan legum, hijauan jagung, masing-masing menunjukkan persentase rata-rata dalam pakan tidak berbeda ( $P > 0,05$ ) antara dataran rendah dan dataran tinggi.

Adapun untuk limbah pertanian, terlihat persentase rata-rata jerami padi dan jerami kedelai/kacang dalam pakan sapi pada dataran rendah (7,33 dan 5,41%), nyata lebih tinggi daripada persentase rata-rata jerami padi dan jerami kedelai/kacang dalam pakan sapi pada dataran tinggi (5,41 dan 1,92%), sedangkan daun kacang dan ketela, persentase rata-ratanya dalam pakan sapi pada dataran rendah (3,14%) nyata lebih rendah dibanding dalam pakan sapi pada dataran tinggi (5,35%).

Komponen botani dengan persentase tertinggi dalam pakan sapi baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi adalah rumput lapangan (47,57% untuk



dataran rendah dan 49,83% untuk dataran tinggi), kemudian secara berurutan kearah persentase terendah untuk dataran rendah dan dataran tinggi adalah: rumput unggul (21,26 dan 18,99%), limbah pertanian (16,67 dan 15,75%), hijauan legume (13,87 dan 14,04%), dan hijauan jagung (0,85 dan 1,17%). Terdapat juga penggunaan konsentrat berupa dedak halus padi baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi, namun dengan persentase sangat rendah (0,18 dan 0,21%).

Rumput lapangan sebagai komponen dengan persentase tertinggi dalam pakan sapi, tampaknya berkaitan dengan budaya beternak sapi secara tradisional di NTB yang menjadikan rumput lapangan sebagai input utama untuk produksi sapi, sebagaimana dinyatakan Reksohadiprodo (1994), Yanuarianto dan Hartadi (2002).

Disamping itu, rumput lapangan merupakan komponen pakan sapi yang relatif paling mudah diperoleh (dengan cara *cut and carry*), serta paling tinggi tingkat keragamannya. Penggunaan rumput lapangan 47-50% dalam ransum sapi potong sebagaimana temuan penelitian ini, adalah lebih rendah dibanding laporan De Hasan (2009) yaitu 65,1%.

Rumput unggul, terutama Rumput Gajah dan Rumput Raja, merupakan vegetasi sumber pakan ternak yang penyebarannya cukup meluas di NTB terutama di Pulau Lombok, baik di dataran rendah maupun dataran tinggi. Kedua jenis rumput unggul tersebut dapat dijumpai hampir pada setiap wilayah perdesaan, ditanam pada pematang-pematang sawah, lahan-lahan kosong di pinggir jalan, di kebun-kebun, di ladang, dsb. Rumput unggul, apakah Rumput Gajah atau Rumput Raja, bahkan dijadikan pakan tunggal pada beberapa usaha penggemukan sapi di Pulau Lombok sebagaimana dilaporkan Yanuarianto dan Hartadi (2002).

Kandungan nutrisi pakan sapi pada lingkungan dataran rendah dan dataran tinggi di Pulau Lombok, dikemukakan dalam Tabel 11.



Tabel 11. Komposisi Kimia Pakan Sapi pada Ketinggian Tempat Berbeda di Nusa Tenggara Barat

No.	Komponen Kimia	Kandungan dalam pakan (%) menurut lokasi	
		Dataran Rendah (0-200 m dpl)	Dataran Tinggi (700-1200 m dpl)
1.	Bahan Kering (BK)	19,50±2,25	20,07±2,56
2.	Abu	10,41±1,63	11,26±1,78
3.	Bahan Organik (BO)	89,37±5,65	88,71±3,72
4.	Lemak Kasar (LK)	1,74±0,04	1,45±0,06
5.	Protein Kasar (PK)	10,54±0,32	10,83±0,67
6.	Serat Kasar (SK)	29,23±2,26	27,64±1,41
7.	Ekstrak Tanpa Nitrogen (ETN)	45,86±1,47	46,80±2,25
8.	Neutral Detergen Fiber (NDF)	65,13±4,63 <sup>a</sup>	61,78±4,16 <sup>b</sup>
9.	Acid Detergen Fiber (ADF)	31,40±2,44	33,66±2,08
10.	Lignin	3,44±0,71	4,52±0,64

Keterangan: <sup>a,b</sup> pada baris yang sama menunjukkan  $P < 0,05$

Komposisi kimia pakan sapi Bali dan silangannya dengan sapi Simmental sebagaimana dikemukakan dalam Tabel 11, secara umum, tidak berbeda antara pakan sapi pada dataran rendah dan pakan sapi pada dataran tinggi. Berdasarkan hasil uji statistik menggunakan Uji Kruskal Wallis, ternyata hanya komponen NDF yang menunjukkan persentase rata-rata berbeda ( $P < 0,05$ ) antara dataran rendah dan dataran tinggi. Hal ini berarti, bahwa kandungan nutrisi pakan yang diberikan sehari-hari untuk sapi pada dataran rendah adalah sama dengan kandungan nutrisi pakan yang diberikan sehari-hari untuk sapi pada dataran tinggi.

Maka berdasarkan data pada Tabel 10 dan Tabel 11 di atas, dapat dinyatakan bahwa komposisi botani maupun kimia pakan yang diberikan sehari-hari untuk sapi pada dataran rendah adalah sama dengan pakan yang diberikan sehari-hari untuk sapi pada dataran tinggi. Kesamaan tersebut tampaknya berkaitan dengan kesamaan dalam manajemen peternakan, karena materi penelitian ini, baik untuk dataran rendah maupun dataran tinggi diambil dari peternakan sapi pada kandang-kandang kolektif yang sudah mapan (kelompok peternak sapi kandang kolektif tipe intensif) di Pulau



Lombok. Kelompok-kelompok dimaksud, menurut Fachri *et al.* (2009), tidak menunjukkan perbedaan dalam tatalaksana peternakannya, baik dalam aspek feeding maupun aspek breeding/reproduksi.

### 5.1.3. Keadaan Populasi Sapi dan Pelaksanaan IB pada Sapi

Jumlah populasi sapi di NTB tahun 2012 mencapai 697.707 ekor. Menurut Fachry *et al.* (2013), sebagian besar (90,47%) populasi sapi tersebut adalah jenis sapi Bali yang merupakan jenis sapi lokal *indigenus* di NTB, adapun sisanya (9,53%) merupakan sapi-sapi silangan seperti sapi Simbal (Simmental x Bali), Limbal (Limosin x Bali), Brabal (Brangus x Bali), dan Brahbal (Brahman x Bali), serta sapi Hissar yang hanya dijumpai di Kabupaten Sumbawa dengan jumlah populasi sekitar 475 ekor. Rincian jumlah populasi sapi dimaksud menurut daerah kabupaten/kota di NTB pada tahun 2009-2013, dikemukakan dalam Lampiran 8.

Apabila data populasi sapi tersebut dideskripsikan menurut jenis kelamin jantan dan betina serta dikelompokkan berdasarkan umur fisiologis dengan kategori umur anak (< 1,0 tahun), muda (1,0-2,0 tahun), dewasa (>2,0-10,0 tahun), dan tua (>10,0 tahun), maka sebaran populasi tersebut terdistribusi sebagaimana tercantum dalam Tabel 12.

Tabel 12. Sebaran Populasi Sapi di NTB menurut Jenis Kelamin dan Umur Fisiologis

Umur Fisiologis	Jantan (♂)		Betina (♀)		Jumlah ♂ dan ♀	
	ekor	(%)	ekor	(%)	ekor	(%)
Anak	132.834	19,04	105.214	15,84	243.360	34,88
Muda	68.096	9,76	49.120	7,04	117.215	16,80
Dewasa	35.722	5,12	226.615	32,48	262.338	37,60
Tua	0.00	0,00	74.794	10,72	74.794	10,72
Total	236.662	33,92	461.045	66,08	697.707	100,00

Sumber: Data sekunder, diolah



Tampak pada Tabel 12 bahwa sebagian besar sapi yang ada di NTB adalah termasuk kategori umur anak dan muda. Dalam hal ini, jumlah anak betina baik untuk kategori umur muda maupun dewasa didapati lebih tinggi daripada jumlah anak jantan untuk kategori umur yang sama. Dari komposisi atau struktur umur yang demikian maka didapati potensi penyediaan sapi calon bibit betina dan calon pejantan yang cukup besar di masa datang.

Menurut gambaran komposisi umur fisiologis tersebut tampak bahwa untuk sapi jantan, kelompok sapi dengan kategori umur anak didapati proporsinya lebih tinggi (19.04%) dibandingkan kelompok sapi dengan kategori umur muda dan dewasa (masing-masing 9.76% dan 5.12%). Sebaliknya untuk sapi betina, kelompok sapi dengan kategori umur dewasa (37.6%) proporsinya lebih tinggi dibandingkan kelompok sapi dengan kategori umur anak, muda dan tua (masing-masing 34.88%, 16.8% dan 10.72%). Hal ini mengindikasikan bahwa cukup banyak sapi betina yang masih dalam usia produktif.

Jika dilihat rasio antara sapi jantan dewasa dengan sapi betina dewasa (ditambah sapi tua), yaitu sekitar 1 : 8, makaimbangan ini masih dipandang sangat mencukupi, sesuai pendapat Soekardono *et al.* (2011). Tingginya proporsi sapi betina dewasa dengan umur fisiologis antara 5 sampai 8 tahun merupakan indikasi bahwa sapi tersebut masih produktif dan memungkinkan terjadinya perkawinan yang subur sehingga berpotensi dalam penyediaan atau penambahan populasi sapi pada masa datang.

Pelaksanaan IB pada sapi potong di NTB telah berlangsung sejak 1976, dimaksudkan untuk memperbaiki produktivitas sapi Bali melalui breeding dengan memanfaatkan semen beku dari sapi Bali terseleksi dan semen beku berbagai bangsa sapi potong unggul seperti sapi Simmental, Limousin, Hereford, Brangus, dan



Brahman. Program breeding tersebut dikonsentrasikan di Pulau Lombok, dengan pertimbangan bahwa secara teknis, pola peternakan intensif dalam kandang-kandang kolektif di Pulau Lombok lebih memungkinkan bagi pelaksanaan breeding yang efektif dan terkontrol. Sebagai gambaran mengenai pelaksanaan breeding sapi potong di NTB, dalam Tabel 13 berikut ini dikemukakan data pelaksanaan IB di Pulau Lombok tahun 2010.

Tabel 13. Pelaksanaan IB pada Sapi Potong di Pulau Lombok (NTB)  
Tahun 2010

Sapi Induk Akseptor	Bangsa Pejantan Sumber Semen			Total	
	Bali	Limousin	Simmental Brangus		
1. Bali	2.435	6.572	8.152	1.653	18.812
2. Limbal	1.503	1.627	78	410	3.618
3. Simbal	2.644	51	7.369	0	10.064
4. Brabal	86	78	163	382	709
5. Brahbal	127	0	135	0	262
<b>Total</b>	<b>5.795</b>	<b>3.382</b>	<b>15.897</b>	<b>1.035</b>	<b>33.465</b>

Sumber: data sekunder, diolah

Data pada Tabel 13 menunjukkan, sapi induk yang menjadi akseptor IB di NTB selain sapi Bali yang mencapai 18.812 ekor (56,21%), adalah sapi-sapi hasil persilangan seperti sapi Limbal (Limousin x Bali), Simbal (Simmental x Bali), Brabal (Brangus x Bali), dan Brahbal (Brahman x Bali), berturut-turut 10,81 ; 30,07 ; 2,12 ; dan 0,78%. Adapun bangsa sapi sumber semen yang digunakan, tampak paling banyak adalah sapi Simmental yang mencapai 15.897 straw (47,50%), kemudian berturut-turut: sapi Bali (13,32%), Limousin (10,11%), dan Brangus (3,09%).

Paling tingginya tingkat penggunaan semen bangsa sapi Simmental dibanding penggunaan semen bangsa sapi lainnya dalam pelaksanaan breeding sapi potong melalui IB di NTB, dapat dinyatakan disebabkan karena sapi hasil silang Bali x Simmental (sapi Simbal) menunjukkan karakteristik yang lebih disukai oleh kalangan petani-peternak dibanding karakteristik sapi hasil silang lainnya. Dalam hal ini, sapi



Simbal mempunyai warna bulu dominan merah bata yang mendekati warna bulu sapi Bali betina (Umar dan Dwipa, 1998), sapi Simbal lebih mudah ditangani/dikendalikan dan kemampuan kerjanya dalam pengolahan lahan pertanian lebih tinggi dibanding sapi Bali dan silangan lainnya (Pribadi, 2007).

Adapun sistem breeding yang telah berlangsung, sebagaimana terlihat dalam Tabel 13, disamping *purebreeding* Bali-Bali sebanyak 2.435 (7,28%) dan *crossbreeding* Bali x (Limousin, Simmental, Brangus) sebanyak 16.377 (48,94%) terjadi pula *backcrossing* Limbal x Limousin dan Limbal x Bali masing-masing 4,86 dan 4,49%, *backcrossing* Simbal x Simmental dan Simbal x Bali masing-masing 22,02 dan 7,90%, serta *backcrossing* Brabal x Brangus dan Brabal x Bali masing-masing 1,14 dan 0,26%. Terdapat pula pelaksanaan *crossing* yang rancu sebagaimana terlihat pada *crossing* Limbal x Simmental dan Limbal x Brangus masing-masing 0,23 dan 1,22%, *crossing* Simbal x Limousin (0,15%), *crossing* Brabal x Limousin dan Brabal x Simmental masing-masing 0,23 dan 0,49%, dan *crossing* Brabal x Simmental (0,40%). Adanya pelaksanaan *crossing* yang rancu sebesar 3,72% tersebut menunjukkan terjadinya breeding yang tidak terarah dalam pelaksanaan IB di wilayah NTB, hal ini mendukung pendapat Hardjosubroto (2002), Muladno (2011) dan Putro (2012), bahwa pelaksanaan breeding sapi potong melalui IB di Indonesia sangat rancu dan belum menunjuk kepada arah yang jelas.



## 5.2. Kinerja Respon Fisiologis

Pengamatan kinerja fisiologis yang meliputi suhu tubuh, frekuensi respirasi, frekuensi pulsus, dan dayatahan panas sapi Bali dan silangannya dengan sapi Simmental pada lingkungan dataran rendah dan dataran tinggi di Nusa Tenggara Barat, dilakukan terhadap 320 ekor sapi pada lingkungan dataran rendah dan 280 ekor sapi pada lingkungan dataran tinggi, masing-masing terdiri atas sapi Bali murni (B), silangan B x Simmental (SB), silangan balik SB x Simmental (SBS), dan silangan balik SB x Bali (SBB). Setiap genotip tersebut terdiri atas jenis kelamin jantan dan betina, umur 3-5 bulan (pedet) dan 24-36 bulan (dewasa). Hasil penelitian ini selengkapnya dikemukakan dalam Tabel 14 s/d 21.

### 5.2.1. Suhu Tubuh

Suhu tubuh ternak berkaitan dengan tingkat metabolisme sebagai respon fisiologis terhadap kondisi lingkungan eksternal, oleh karena itu, suhu tubuh merupakan indikator termudah yang menggambarkan kondisi internal tubuh ternak itu sendiri. Suhu tubuh sapi Bali dan silangannya dengan sapi Simmental yang diperoleh melalui pengukuran suhu rectal ( $^{\circ}\text{C}$ ), dikemukakan dalam Tabel 14.

Terlihat dalam Tabel 14. bahwa suhu tubuh rata-rata sapi Bali dan silangannya dengan sapi Simmental, baik pada dataran rendah maupun pada dataran tinggi, masing-masing masih berada pada kisaran normal ( $37,5-39,0^{\circ}\text{C}$ ) menurut Yeates *et al.* (1995); Sudono *et al.* (2003); Depamede *et al.* (2008). Hal ini karena sapi merupakan hewan homoitem, yaitu hewan yang memiliki system pengaturan suhu tubuh (system termoregulasi) yang berfungsi sebagai thermostat (Mount, 1995; Farooq *et al.*, 2010), sehingga sapi dapat menjaga suhu tubuhnya tetap dalam kisaran termoneutral.



Tabel 14. Suhu Tubuh Rata-rata Sapi Bali dan Silangannya dengan Sapi Simmental pada Ketinggian Tempat Berbeda

No	Bangsa Sapi	Jenis Kelamin	Suhu tubuh (°C) menurut ketinggian tempat	
			Dataran Rendah (0-100 m dpl.)	Dataran Tinggi (700-1.000 m dpl.)
1.	Sapi Bali (B)	Jantan	38,40±0,39 <sup>a</sup>	38,70±0,31 <sup>e</sup>
		Betina	38,48±0,42 <sup>a</sup>	38,58±0,26 <sup>a</sup>
2.	B x Simmental (SB)	Jantan	38,80±0,18 <sup>bc</sup>	38,49±0,09 <sup>f</sup>
		Betina	38,88±0,18 <sup>b</sup>	38,45±0,22 <sup>fg</sup>
3.	SB x Simmental (SBS)	Jantan	38,93±0,14 <sup>b</sup>	38,27±0,16 <sup>g</sup>
		Betina	38,95±0,12 <sup>b</sup>	38,21±0,21 <sup>g</sup>
4.	SB x Bali (SBB)	Jantan	38,62±0,13 <sup>c</sup>	38,60±0,08 <sup>c</sup>
		Betina	38,69±0,17 <sup>c</sup>	38,68±0,16 <sup>c</sup>

Keterangan: <sup>a,b,c,d,e,f,g</sup> pada baris maupun kolom yang sama menunjukkan  $P < 0,05$

Hasil analisis statistik menunjukkan, perbedaan genotip dan perbedaan ketinggian tempat masing-masing berpengaruh ( $P < 0,05$ ) terhadap suhu tubuh sapi, sedangkan perbedaan jenis kelamin sapi tidak memberikan pengaruh ( $P > 0,05$ ). Sapi B, rata-rata jantan dan betina, menunjukkan suhu tubuh lebih tinggi ( $P < 0,05$ ) pada dataran tinggi dibanding pada dataran rendah, sedangkan sapi SB dan SBS masing-masing menunjukkan suhu tubuh lebih tinggi ( $P < 0,05$ ) pada dataran rendah dibanding pada dataran tinggi. Adapun suhu tubuh sapi SBB, tidak berbeda ( $P > 0,05$ ) antara dataran rendah dan dataran tinggi.

Sebagaimana telah dikemukakan di atas, bahwa sapi adalah hewan homeoterm. Homeotermi merupakan salah satu bentuk homeostasis, dalam hal ini, ternak sapi berusaha memelihara keseimbangan antara panas yang diproduksi dan panas yang diterima tubuh dari lingkungan dengan panas yang dilepaskan oleh tubuh ke lingkungan. Kapasitas pertukaran panas tersebut sangat dipengaruhi oleh bangsa



dan ukuran tubuh (Mount, 1995). Oleh karena itu, sapi B yang merupakan bangsa sapi tropis indigenous dengan ukuran tubuh relatif kecil lebih dapat mempertahankan keseimbangan panas tubuhnya pada wilayah dataran rendah yang relatif panas, dibanding sapi-sapi silangannya dengan sapi Simmental (sapi SBB, SB, dan SBS) yang memiliki proporsi darah sapi Simmental berturut-turut 25, 50, dan 75%.

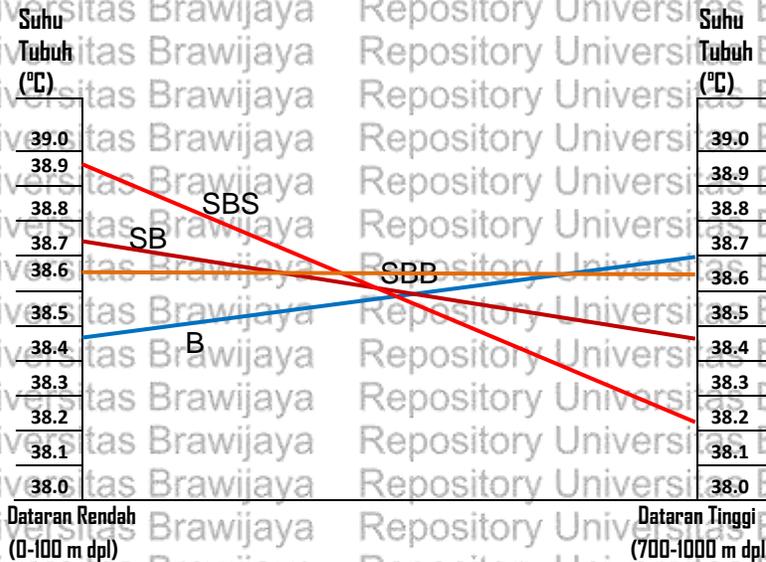
Meskipun suhu udara harian rata-rata pada dataran rendah mencapai 31,66 °C (Tabel 9) dan melampaui kisaran suhu *comfort zone* untuk ternak sapi tropis 10-27 °C (Santos, 1997; Ramdani, 2008), tetapi bagi sapi B suhu lingkungan tersebut tidak menyebabkan peningkatan suhu tubuhnya melampaui kisaran termonetral. Adapun sapi-sapi silangannya dengan sapi Simmental, tampak masing-masing mengalami peningkatan suhu tubuh sesuai porsi darah Simmental yang dimiliki, hal ini merupakan indikasi ketidak nyamanan sapi-sapi silangan tersebut terhadap lingkungan dataran rendah.

Sapi-sapi silangan ini tampak lebih nyaman berada pada dataran tinggi yang relatif dingin dibanding pada dataran rendah yang relatif panas. Hal ini karena, menurut Tabel 14, sapi SB dan SBS pada dataran tinggi masing-masing menunjukkan suhu tubuh rata-rata mendekati batas bawah kisaran normal, sedangkan pada dataran rendah, kedua sapi silangan tersebut menunjukkan suhu tubuh rata-rata mendekati batas atas kisaran normal. Menurut Pathak *et al.* (2005) dan Ramdani (2008), sapi potong akan mulai menampilkan tingkah laku tidak nyaman (stress) apabila suhu tubuhnya mendekati batas atas termonetral.

Berdasarkan hasil uji Turkey, didapatkan bahwa pada dataran rendah, suhu tubuh sapi B nyata ( $P < 0,05$ ) paling rendah, tetapi pada dataran tinggi suhu tubuh sapi B nyata paling tinggi ( $P < 0,05$ ), masing-masing dibanding sapi SB, SBS, maupun SBB. Antara Sapi SB dan SBS pada dataran rendah menunjukkan suhu tubuh rata-rata



tidak berbeda ( $P > 0,05$ ), demikian juga antara sapi SB dan SBB ( $P > 0,05$ ), tetapi antara sapi B dan ketiga sapi silangan (SB, SBS, dan SBB) berbeda nyata ( $P < 0,05$ ). Pada dataran tinggi, antara sapi B, SB, SBS, dan SBB, masing-masing menunjukkan suhu tubuh berbeda nyata ( $P < 0,05$ ).



Gambar 5. Diagram Interaksi Genetik dan Lingkungan terhadap Suhu Tubuh (°C) Rata-rata sapi Bali (B), Silangan B x Simmental (SB), Silangan Balik SB x Simmental (SBS), dan Silangan Balik SB x Bali (SBB)

Perbedaan suhu tubuh antara bangsa-bangsa sapi pada masing-masing ketinggian tempat, terlihat lebih jelas pada Gambar 5. Sehubungan dengan tidak terdapatnya pengaruh jenis kelamin dalam hal ini, maka data yang diplot ke dalam diagram adalah data suhu tubuh rata-rata total untuk masing-masing genotip tanpa membedakan jenis kelamin. Terlihat pada Gambar 5, bahwa pada dataran rendah, suhu tubuh sapi semakin meningkat dengan semakin tingginya porsi sapi Simmental dalam persilangan. Oleh karena itu, pada dataran rendah, sapi SBS yang memiliki darah Simmental paling tinggi (75%) menunjukkan suhu tubuh rata-rata paling tinggi



( $P < 0,05$ ). Adapun pada dataran tinggi, terlihat suhu tubuh semakin menurun dengan semakin tingginya porsi darah Simmental dalam persilangan, sehingga di dalam lingkungan ini sapi SBS justru menunjukkan suhu tubuh rata-rata paling rendah ( $P < 0,05$ ).

Berdasarkan hasil Analisis Interaksi antara factor-faktor dalam penelitian ini, diketahui bahwa terdapat interaksi ( $P < 0,05$ ) genetik dan lingkungan (ketinggian tempat) terhadap suhu tubuh. Interaksi kedua faktor tersebut dijelaskan dalam Gambar 5.

Terlihat bahwa, perubahan ketinggian tempat dari dataran rendah ke dataran tinggi menyebabkan suhu tubuh sapi B meningkat, tetapi suhu tubuh sapi-sapi silangannya dengan sapi Simmental (sapi SB, SBS, dan SBB) justru menunjukkan penurunan. Meningkatnya suhu tubuh sapi B pada dataran tinggi, terjadi karena suhu lingkungan yang lebih rendah pada dataran tinggi menyebabkan menjadi aktifnya fungsi termoregulasi dengan melakukan vasokonstriksi jaringan perifer untuk menghambat pengeluaran panas tubuh, disamping meningkatnya termogenesis untuk menaikkan jumlah panas di dalam tubuh, sehingga suhu tubuh meningkat. Hal ini sesuai penjelasan Bligh (1995); Sudono *et al.* (2003).

Adapun menurunnya suhu tubuh sapi-sapi silangan SB dan SBS pada dataran tinggi yang lebih dingin dibanding dataran rendah, merupakan respon termoregulasi terhadap lingkungan termal di dataran tinggi yang lebih nyaman bagi kedua sapi silangan tersebut. Tingkat penurunan suhu tubuh sehubungan dengan perubahan ketinggian tempat dari dataran rendah ke dataran tinggi menunjukkan indeks yang berbeda antara sapi SB dan SBS. Dalam hal ini, suhu tubuh sapi SB menurun dengan indeks penurunan 0,01 sedangkan suhu tubuh sapi SBS menunjukkan indeks penurunan 0,02.



Perbedaan tingkat penurunan suhu tubuh antara sapi SB dan SBS dari lingkungan dataran rendah ke dataran tinggi tampak berkaitan dengan perbedaan komposisi genetik antara kedua genotip, yaitu sapi SBS dengan proporsi genetik Simmental yang lebih tinggi (75%) mengalami penurunan suhu tubuh dengan indeks penurunan lebih tinggi dibanding sapi SB yang memiliki 50% proporsi genetik Simmental. Hasil tersebut searah dengan temuan Beatty (2005) dan Beatty *et al.* (2006), bahwa semakin besar proporsi genetik *Bos taurus* dalam persilangan dengan *Bos indicus* semakin tinggi indeks penurunan suhu tubuh sehubungan dengan perubahan kondisi lingkungan dari zona cekaman panas (*heat stress zone*) ke zona nyaman (*comfort zone*).

### 5.2.2. Frekuensi Respirasi

Respirasi memegang peranan yang sangat vital bagi tubuh. Fungsi utamanya adalah mengambil oksigen dari udara untuk metabolisme seluler dan mengeluarkan karbondioksida hasil metabolisme dari tubuh. Fungsi lainnya, terkait dengan penelitian ini adalah, untuk pengaturan suhu tubuh (termoregulasi) dengan cara evaporasi, yaitu mengeluarkan kelebihan produksi panas tubuh dalam upaya pengendalian suhu tubuh agar tetap dalam kisaran termonetral.

Hasil penelitian ini mengenai frekuensi respirasi sapi Bali dan silangannya dengan sapi Simmental pada dataran rendah dan dataran tinggi, dikemukakan dalam Tabel 15. Secara umum, kisaran frekuensi respirasi rata-rata sapi Bali dan silangannya dengan sapi Simmental pada dataran rendah adalah 26-49 kali/menit dan pada dataran tinggi rata-rata 21-27 kali/menit.

Angka rata-rata frekuensi respirasi sapi pada dataran rendah tersebut tampak melampaui kisaran normal frekuensi respirasi sapi (20-40 kali/menit) sebagaimana



dikemukakan Sudono *et al.* (2003) dan Berman (2005), dan hampir sama dengan hasil penelitian Purwanto *et al.* (2002) pada sapi PO dan silangan PO x FH dalam kondisi diberi naungan di dataran rendah berkisar 21-65 kali/menit. Sedangkan untuk sapi pada dataran tinggi, kisaran frekuensi respirasi rata-rata yang diperoleh tampak berada dalam kisaran normal tersebut di atas.

Tabel 15. Frekuensi Respirasi Rata-rata Sapi Bali dan Silangannya dengan Sapi Simmental pada Ketinggian Tempat Berbeda

No	Bangsa Sapi	Jenis Kelamin	Respirasi (kali/menit) menurut ketinggian tempat	
			Dataran Rendah (0-100 m dpl.)	Dataran Tinggi (700-1.000 m dpl.)
1.	Sapi Bali (B)	Jantan	26,60±1,87 <sup>a</sup>	22,65±2,77 <sup>e</sup>
		Betina	26,99±1,99 <sup>a</sup>	23,54±4,18 <sup>e</sup>
2.	B x Simmental (SB)	Jantan	42,47±4,08 <sup>b</sup>	23,36±1,6 <sup>e</sup>
		Betina	43,81±4,12 <sup>b</sup>	21,10±1,4 <sup>e</sup>
3.	SB x Simmental (SBS)	Jantan	56,04±2,26 <sup>c</sup>	25,31±3,28 <sup>f</sup>
		Betina	58,80±2,76 <sup>c</sup>	23,62±4,44 <sup>f</sup>
4.	SB x Bali (SBB)	Jantan	29,50±4,12 <sup>d</sup>	21,30±3,04 <sup>e</sup>
		Betina	27,44±2,99 <sup>a</sup>	22,27±3,04 <sup>e</sup>

Keterangan: <sup>a,b,c,d,e,f</sup> pada baris maupun kolom yang sama menunjukkan  $P < 0,05$

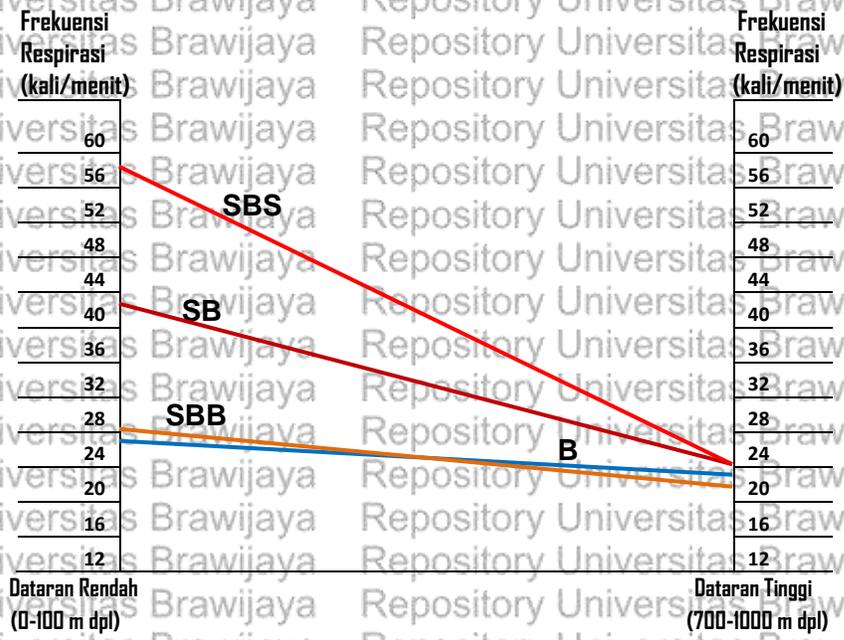
Berdasarkan Anova, diketahui bahwa perbedaan bangsa dan perbedaan ketinggian tempat masing-masing berpengaruh ( $P < 0,05$ ) terhadap frekuensi respirasi sapi, sedangkan perbedaan jenis kelamin sapi tidak memberikan pengaruh ( $P > 0,05$ ).

Hasil Uji Turkey menunjukkan, bahwa pada dataran rendah, Sapi B baik jantan maupun betina menunjukkan frekuensi respirasi nyata paling rendah ( $P < 0,05$ ), tetapi tidak berbeda ( $P > 0,05$ ) dengan frekuensi respirasi rata-rata sapi SBB; pada lingkungan ini sapi SBS menunjukkan frekuensi respirasi paling tinggi ( $P < 0,05$ ),



melampaui frekuensi respirasi rata-rata sapi SB maupun SBB. Pada dataran tinggi, frekuensi respirasi rata-rata sapi B tidak berbeda ( $P>0,05$ ) dengan sapi SB dan SBB, tetapi masing-masing lebih rendah ( $P<0,05$ ) dibanding frekuensi respirasi sapi SBS. Masing-masing genotip menunjukkan frekuensi rata-rata lebih tinggi ( $P<0,05$ ) pada dataran rendah dibanding pada dataran tinggi.

Perbedaan frekuensi respirasi antar bangsa sapi pada masing-masing ketinggian tempat, terlihat lebih jelas pada Gambar 6. Sehubungan dengan tidak terdapatnya pengaruh jenis kelamin sapi dalam hal ini, maka data yang diplot ke dalam diagram adalah data frekuensi respirasi rata-rata total untuk masing-masing bangsa tanpa membedakan jenis kelamin.



**Gambar 6.** Diagram Interaksi Genotip dan Lingkungan terhadap Frekuensi Respirasi (kali/menit) Rata-rata sapi Bali (B), Silangan B x Simmental (SB), Silangan Balik SB x Simmental (SBS), dan Silangan Balik SB x Bali (SBB)



Gambar 6 menunjukkan, bahwa pada dataran rendah, frekuensi respirasi sapi semakin meningkat dengan semakin tingginya porsi sapi Simmental dalam persilangan. Oleh karena itu, pada dataran rendah, sapi SBS yang memiliki darah Simmental paling tinggi (75%) menunjukkan frekuensi respirasi rata-rata paling tinggi ( $P < 0,05$ ). Demikian juga pada dataran tinggi, frekuensi respirasi rata-rata sapi SBS lebih tinggi dibanding sapi B, SB, maupun SBB. Berdasarkan hasil analisis interaksi antara factor-faktor yang diteliti, diketahui bahwa terdapat interaksi ( $P < 0,05$ ) antara genotip sapi dan lingkungan (ketinggian tempat) terhadap frekuensi respirasi.

Terlihat juga pada Gambar 6 bahwa, perubahan ketinggian tempat dari dataran rendah ke dataran tinggi menyebabkan frekuensi respirasi rata-rata setiap bangsa sapi menurun sangat nyata ( $P < 0,01$ ). Hal ini karena kondisi lingkungan berdasarkan nilai THI (lih. Tabel 9.) sangat berbeda antara dataran rendah dan dataran tinggi tersebut.

Nilai THI harian rata-rata pada dataran tinggi (69,39) termasuk dalam zona aman yang tidak menimbulkan stress thermal pada sapi potong. Menurut Dahlen & Stoltenow (2012), lingkungan ternak dengan nilai THI  $< 70$  merupakan zona nyaman bagi proses produksi sapi potong secara feedlot. Proses termoregulasi yang berlangsung di dalam tubuh ternak pada lingkungan ini adalah menghambat keluarnya panas dari tubuh dengan cara antara lain mengurangi frekuensi respirasi, memacu vasoconstriksi jaringan perifer, dan menggigil; cara-cara tersebut juga merupakan upaya fisiologis tubuh untuk meminimasi masuknya udara dingin ke dalam tubuh.

Berbeda dengan THI pada dataran tinggi yang memberikan kenyamanan, nilai THI pada dataran rendah yang mencapai rata-rata 80,02 justru menunjuk pada zona "bahaya" dalam diagram THI untuk produksi sapi potong menurut Dahlen dan Stoltenow (2012), dan merupakan nilai THI yang dapat memulai terjadinya stress



thermal pada sapi potong menurut Howden dan Tumpenny (2004). Oleh karena itu, di dalam lingkungan ini pedet sapi B maupun silangannya dengan sapi Simmental (SB, SBS, dan SBB) masing-masing menunjukkan frekuensi respirasi sangat nyata lebih tinggi dibanding pada dataran tinggi.

Tingginya frekuensi respirasi pedet pada dataran rendah, berkaitan dengan upaya fisiologis tubuh untuk membuang panas tertimbun hasil metabolisme dan hasil transfer panas dari lingkungan, sehingga suhu tubuh tetap terjaga dalam zona termoneutral. Hal ini sesuai dengan pendapat West *et al.* (1992), Hansen (2004), Beaty (2005), dan Carroll *et al.* (2012), bahwa reaksi pengaturan suhu tubuh yang terpenting dalam menanggulangi cekaman panas akibat panas tertimbun di dalam tubuh adalah dengan peningkatan frekuensi respirasi sebagai upaya pembuangan panas dari tubuh melalui pendinginan evaporatif.

Jika tubuh ternak mendapat transfer panas dari luar tubuh (lingkungan) sementara produksi panas tubuh terus berlangsung sehingga terjadi kelebihan panas di dalam tubuh yang menyebabkan suhu tubuh meningkat, maka proses evaporasi akan dipacu untuk membuang kelebihan panas tubuh dengan meningkatkan frekuensi respirasi (Habeeb *et al.*, 1992). Menurut Saeharsano (1998), cara pengeluaran kelebihan panas dari tubuh ternak secara evaporasi melalui peningkatan frekuensi respirasi dipandang lebih efektif, karena ternak pada umumnya tidak mempunyai kelenjar keringat dalam jumlah yang banyak.

Adapun adanya perbedaan frekuensi respirasi antar bangsa sapi baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi, hal ini berkaitan dengan perbedaan proporsi masing-masing bangsa sapi akibat system breeding yang diterapkan. Dalam hal ini, sapi B yang merupakan hasil breeding murni bangsa sapi tropis indigenus, menunjukkan frekuensi respirasi paling rendah pada dataran rendah karena genotip



ini diketahui paling adaptif terhadap lingkungan dengan THI > 70 sebagaimana dinyatakan Soeharsono (1998).

Sedangkan sapi-sapi silangannya dengan sapi Simmental menunjukkan respon berbeda-beda tergantung pada proporsi darah sapi B yang dimiliki, yaitu sapi SBB yang memiliki 75% porsi sapi B tampak toleran terhadap kondisi lingkungan dataran rendah tersebut dan tidak berbeda dengan respon sapi B, sementara sapi SB dan SBS yang mengandung darah sapi B berturut-turut 50 dan 25% menunjukkan frekuensi respirasi yang tergolong stress ringan, sesuai pendapat Beaty (2005).

#### 4.2.3. Koefisien Daya Tahan Panas (*HTC*)

Pengukuran dayatahan panas sapi dalam penelitian ini dilakukan menggunakan Metode Benezra (*Benezra Coefficient*), didasarkan pada data suhu tubuh dan frekuensi respirasi setiap sapi penelitian. Dayatahan panas sapi dalam suatu lingkungan dinyatakan optimum apabila nilai HTC yang diperoleh sama dengan 2,0. Semakin tinggi nilai HTC yang diperoleh, menunjukkan dayatahan panas semakin rendah.

Hasil penelitian ini mengenai HTC sapi Bali dan silangannya dengan sapi Simmental yang dipelihara pada lingkungan dataran rendah dan dataran tinggi di NTB, dikemukakan dalam Tabel 16. Terlihat bahwa, HTC rata-rata setiap genotip pada dataran rendah, masing-masing berada di atas nilai HTC optimum.

Sapi di dataran rendah menunjukkan suhu tubuh dan frekuensi respirasi rata-rata (Tabel 14 dan Tabel 15) melampaui standar suhu tubuh (38,3 °C) dan frekuensi respirasi (23 kali/menit) untuk sapi menurut Benezra (Soeharsono, 1998), sebagai respon terhadap tingginya suhu udara lingkungan. Adapun pada dataran tinggi,



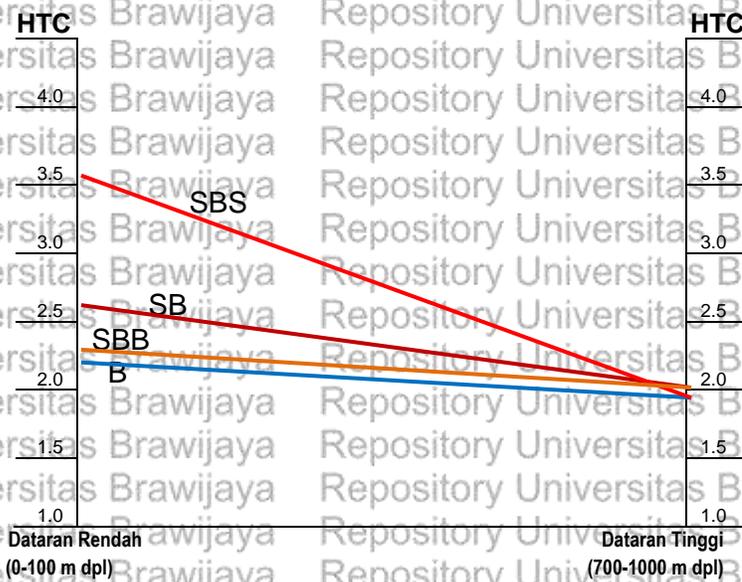
masing-masing bangsa sapi menunjukkan nilai HTC rata-rata sesuai dengan nilai HTC optimum.

Tabel 16. Koefisien Daya Tahan Panas (HTC) Rata-Rata Sapi Bali dan dan Silangannya dengan Sapi Simmental pada Ketinggian Tempat Berbeda

No	Bangsa Sapi	Jenis Kelamin	Koefisien Daya Tahan Panas menurut ketinggian tempat	
			Dataran Rendah (0-100 m dpl.)	Dataran Tinggi (700-1.000 m dpl.)
1.	Sapi Bali (B)	Jantan	2,26±0,09 <sup>a</sup>	1,99±0,12 <sup>f</sup>
		Betina	2,18±0,09 <sup>a</sup>	2,03±0,18 <sup>f</sup>
2.	B x Simmental (SB)	Jantan	2,86±0,18 <sup>b</sup>	2,02±0,07 <sup>f</sup>
		Betina	2,92±0,18 <sup>b</sup>	2,05±0,06 <sup>f</sup>
3.	SB x Simmental (SBS)	Jantan	3,48±0,10 <sup>c</sup>	2,10±0,15 <sup>f</sup>
		Betina	3,60±0,12 <sup>c</sup>	2,02±0,20 <sup>f</sup>
4.	SB x Bali (SBB)	Jantan	2,36±0,18 <sup>da</sup>	1,93±0,13 <sup>f</sup>
		Betina	2,21±0,13 <sup>da</sup>	1,98±0,13 <sup>f</sup>

Keterangan: <sup>a,b,c,d,e,f</sup> pada baris maupun kolom yang sama menunjukkan  $P < 0,05$

Hasil analisis statistik menunjukkan, faktor genetik dan ketinggian tempat masing-masing berpengaruh ( $P < 0,05$ ) terhadap HTC, sedangkan jenis kelamin tidak memberikan pengaruh ( $P > 0,05$ ). Lebih lanjut diketahui, bahwa HTC rata-rata sapi pada dataran rendah lebih tinggi ( $P < 0,05$ ) dibanding HTC rata-rata sapi pada dataran tinggi. Hal ini berarti, dayatahan panas sapi terhadap lingkungan dataran rendah yang relatif panas lebih rendah daripada dayatahan panas terhadap lingkungan dataran tinggi yang relatif dingin. Sapi B, SB, SBS, dan SBB pada dataran rendah menunjukkan HTC berbeda ( $P < 0,05$ ) satu dengan lainnya, sedangkan pada dataran tinggi, nilai HTC antara bangsa-bangsa sapi tersebut tidak berbeda ( $P > 0,05$ ).



**Gambar 7.** Diagram Interaksi Genetik dan Lingkungan terhadap HTC Rata-rata Sapi Bali (B), Silangan B x Simmental Simmental (SB), Silangan balik SB x Simmental (SBS), dan Silangan Balik SB x Bali (SBB)

Terlihat pada Gambar 7 bahwa pada dataran rendah, HTC semakin meningkat dengan semakin tingginya proporsi sapi Simmental dalam persilangan. Oleh karena itu, pada dataran rendah, sapi SBS yang memiliki darah Simmental paling tinggi (75%) menunjukkan HTC rata-rata paling tinggi. Ini berarti, dayatahan panas sapi Bali dan silangannya dengan sapi Simmental pada dataran rendah semakin rendah dengan semakin besar proporsi sapi Simmental dalam persilangan. Dengan demikian, sapi SBS sebagai genotip dengan proporsi gen Simmental paling tinggi, justru paling rendah dayatahan panasnya pada lingkungan dataran rendah. Tetapi pada dataran tinggi, dayatahan panas sapi SBS tidak berbeda dengan sapi B, SB, maupun SBB. Keadaan ini berkaitan dengan tidak terdapatnya perbedaan frekuensi respirasi antara bangsa-bangsa sapi tersebut (lih. Tabel 15).

Berdasarkan hasil analisis interaksi antar faktor dalam penelitian ini, diketahui bahwa terdapat interaksi ( $P < 0,05$ ) antara genetik sapi dan lingkungan (ketinggian



tempat) terhadap nilai HTC. Interaksi kedua faktor ini menjelaskan, bahwa perubahan ketinggian tempat dari dataran rendah ke dataran tinggi menyebabkan HTC rata-rata setiap bangsa sapi menurun ( $P < 0,05$ ).

Menurunnya HTC sapi pada dataran tinggi ini mengikuti penurunan suhu tubuh (Tabel 14) dan frekuensi respirasi (Tabel 15), sebagai akibat menurunnya suhu udara lingkungan (Tabel 9) dari rata-rata  $31,66^{\circ}\text{C}$  pada dataran rendah menjadi rata-rata  $24,87^{\circ}\text{C}$  pada dataran tinggi. Hal ini searah dengan hasil penelitian Nugroho (2012) pada sapi PO dan silangannya dengan sapi Limousin di Jawa Timur, dan sesuai pendapat Atmadilaga (1997) bahwa *Benezra Coefficient* (HTC) pada ternak sapi menurun dengan menurunnya suhu udara lingkungan, dan berbeda antara bangsa-bangsa sapi.

### 5.3. Kinerja Hematologis

Pengamatan kinerja hematologis yang meliputi nilai hematokrit, jumlah eritrosit, kadar hemoglobin, dan kadar glukosa darah sapi Bali dan silangannya dengan sapi Simmental pada lingkungan dataran rendah dan dataran tinggi di Nusa Tenggara Barat, dilakukan pada 240 sampel darah sapi, terdiri atas 120 sampel darah sapi Bali murni (B), silangan B x Simmental (SB), silangan balik SB x Simmental (SBS), dan silangan balik SB x Bali (SBB) dari dataran rendah, dan 120 sampel darah keempat bangsa sapi tersebut dari dataran tinggi. Setiap bangsa tersebut terdiri atas jenis kelamin jantan dan betina, umur 3-5 bulan (pedet), 12-18 bulan (muda), dan 24-36 bulan (dewasa). Hasil penelitian ini selengkapnya dikemukakan dalam Tabel 17 dan Tabel 18.



### 5.3.1. Jumlah Eritrosit (RBC)

Jumlah eritrosit (RBC) diketahui mempunyai hubungan erat dengan dayatahan panas pada ternak besar. Oleh karena itu, jumlah eritrosit (RBC) digunakan untuk memperoleh gambaran mengenai tingkat cekaman, terutama cekaman panas yang dialami ternak.

Hasil penelitian ini mengenai RBC sapi Bali dan silangannya dengan sapi Simmental yang dipelihara pada lingkungan dataran rendah dan dataran tinggi di NTB, dikemukakan dalam Tabel 17. Secara umum dapat dinyatakan, bahwa RBC rata-rata tiap bangsa sapi penelitian pada dataran tinggi masing-masing masih berada dalam kisaran normal, karena sebagaimana disebutkan Heath & Olusanya (1995);

Depamede *et al.* (2008), bahwa RBC normal pada sapi berkisar 5-7 juta/mm<sup>3</sup> darah.

Adapun pada dataran rendah, terlihat sapi B, SB, dan SBB menunjukkan RBC rata-rata berada dalam kisaran normal tersebut, sedangkan sapi SBS dalam lingkungan ini menunjukkan RBC rata-rata berada di bawah kisaran normal.

Tabel 17. Jumlah Eritrosit (RBC) Rata-Rata Sapi Bali dan Silangannya dengan Sapi Simmental pada Ketinggian Tempat Berbeda

No	Bangsa Sapi	Jenis Kelamin	RBC (juta/mm <sup>3</sup> darah) menurut ketinggian tempat	
			Dataran Rendah (0-100 m dpl.)	Dataran Tinggi (700-1.000 m dpl.)
1.	Sapi Bali (B)	Jantan	6,26±0,58 <sup>a</sup>	6,87±0,84 <sup>d</sup>
		Betina	5,59±0,88 <sup>b</sup>	6,42±0,87 <sup>d</sup>
2.	B x Simmental (SB)	Jantan	5,22±0,94 <sup>b</sup>	6,89±0,94 <sup>d</sup>
		Betina	5,10±1,02 <sup>b</sup>	6,16±0,84 <sup>d</sup>
3.	SB x Simmental (SBS)	Jantan	4,37±0,37 <sup>c</sup>	7,09±1,18 <sup>d</sup>
		Betina	4,11±0,77 <sup>c</sup>	6,78±1,24 <sup>e</sup>
4.	SB x Bali (SBB)	Jantan	6,05±0,81 <sup>a</sup>	7,03±1,18 <sup>d</sup>
		Betina	5,45±1,02 <sup>b</sup>	6,62±1,15 <sup>d</sup>



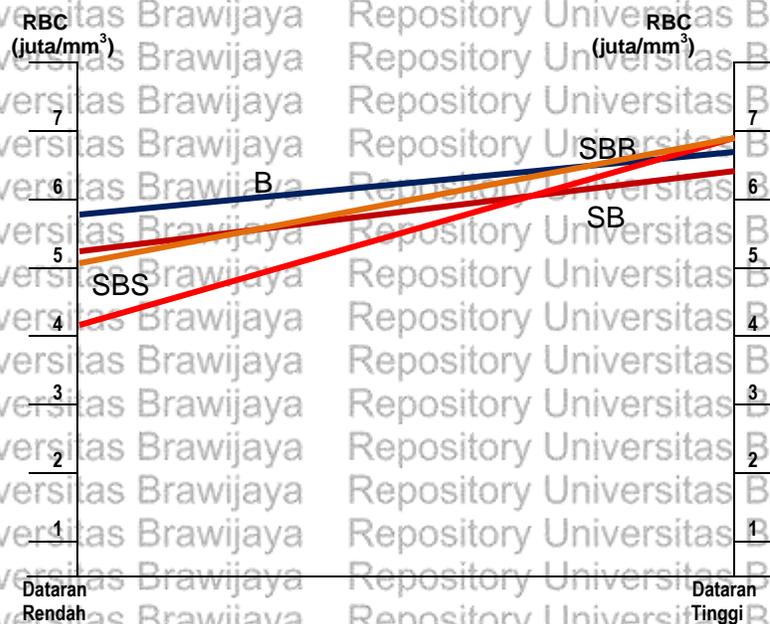
Keterangan: <sup>a,b,c,d</sup> pada baris maupun kolom yang samamenunjukkan  $P < 0,05$ .

Berdasarkan hasil analisis statistik, diketahui bahwa perbedaan ketinggian tempat berpengaruh ( $P < 0,05$ ) terhadap RBC sapi, tetapi perbedaan genetik dan jenis kelamin sapi masing-masing tidak berpengaruh ( $P > 0,05$ ). Terlihat dalam Tabel 17, RBC rata-rata sapi pada dataran rendah nyata lebih rendah ( $P < 0,05$ ) dibanding RBC rata-rata sapi pada dataran tinggi. RBC rata-rata tiap bangsa sapi pada dataran rendah berbeda ( $P < 0,05$ ) antara sapi B, SB, SBS, dan SBB, tetapi pada dataran tinggi RBC antara bangsa-bangsa sapi tersebut tidak berbeda ( $P > 0,05$ ).

Perbedaan jumlah eritrosit sapi Bali dan silangannya dengan sapi Simmental akibat perbedaan ketinggian tempat tersebut dapat dilihat lebih jelas pada Gambar 8. Mengingat tidak terdapat pengaruh jenis kelamin sapi dalam hal ini, maka data yang diplot ke dalam diagram adalah data RBC rata-rata total untuk masing-masing bangsa tanpa membedakan jenis kelamin.

Terlihat pada Gambar 8 bahwa pada dataran rendah, RBC semakin rendah dengan semakin tingginya proporsi sapi Simmental dalam persilangan. Oleh karena itu, pada dataran rendah, sapi SBS yang memiliki darah Simmental paling tinggi (75%) menunjukkan RBC rata-rata paling rendah ( $P < 0,05$ ). Tetapi pada dataran tinggi, RBC rata-rata sapi SBS cenderung paling tinggi meskipun secara statistik tidak berbeda dengan sapi B, SB, maupun SBB.

Berdasarkan hasil analisis interaksi antar faktor, diketahui bahwa terdapat interaksi ( $P < 0,05$ ) genetik dan lingkungan (ketinggian tempat) terhadap RBC. Artinya, pengaruh ketinggian tempat terhadap RBC berbeda-beda antara sapi B, SB, SBS, dan SBB pada masing-masing lokasi. Interaksi kedua faktor ini dijelaskan dalam Gambar 8.



**Gambar 8.** Diagram Interaksi Genetik dan Lingkungan terhadap Jumlah Eritrosit (RBC) pada Sapi Bali (B), Silangan B x Simmental (SB), Silangan Balik SB x Simmental (SBS), dan Silangan Balik SB x Bali (SBB), pada Dataran Rendah dan Dataran Tinggi

Gambar 8 menunjukkan bahwa, perubahan ketinggian tempat dari dataran

rendah ke dataran tinggi menyebabkan RBC rata-rata setiap bangsa sapi meningkat,

namun dengan kadar peningkatan berbeda-beda. Dalam hal ini, sapi SBS yang

menunjukkan RBC rata-rata terendah pada dataran rendah (4,24 juta/mm<sup>3</sup>) cenderung

menunjukkan RBC tertinggi pada dataran tinggi (6,93 juta/mm<sup>3</sup>); sapi B yang

menunjukkan RBC tertinggi pada dataran rendah (5,92 juta/mm<sup>3</sup>) ternyata pada

dataran tinggi (6,64 juta/mm<sup>3</sup>) tidak berbeda dengan sapi SB (6,52 juta/mm<sup>3</sup>), sapi

SBB (6,82 juta/mm<sup>3</sup>), maupun sapi SBS (6,93 juta/mm<sup>3</sup>).

Rendahnya RBC terutama untuk sapi SBS pada dataran rendah, dapat

dinyatakan merupakan indikasi bahwa bangsa sapi tersebut mengalami cekaman

panas akibat dayatahan panas yang rendah serta dipacu tingginya suhu lingkungan.

Hal ini sesuai dengan laporan Samee (1997), bahwa RBC dijumpai menurun 12-20%

pada sapi yang mengalami cekaman panas. Penurunan tersebut menurut Shaffer et



al., (1991) terjadi sebagai akibat kerusakan eritrosit maupun akibat efek haemodilusi.

Oleh karena itu, pada dataran rendah, sapi SBS yang memiliki darah Simmental paling tinggi (75%) menunjukkan RBC rata-rata paling rendah ( $P < 0,05$ ). Tetapi pada dataran tinggi, RBC rata-rata sapi SBS cenderung paling tinggi meskipun secara statistik tidak berbeda dengan sapi B, SB, maupun SBB.

### 5.3.3. Kadar Glukosa Darah (KGD)

Kadar glukosa dalam darah diketahui dapat memberi gambaran mengenai keadaan fisiologis ternak, juga memberi gambaran keadaan nutrisi dan hormonal, serta menunjukkan tingkat metabolisme energy sebagai respon termoregulasi ternak terhadap lingkungan dalam upaya homeostatis. Hasil penelitian ini mengenai kadar glukosa darah (KGD) sapi Bali dan silangannya dengan sapi Simmental pada dataran rendah dan dataran tinggi di NTB, dikemukakan dalam Tabel 18.

Tabel 18. Kadar Glukosa Darah (KGD) Rata-Rata Sapi Bali dan Silangannya dengan Sapi Simmental pada Ketinggian Tempat Berbeda

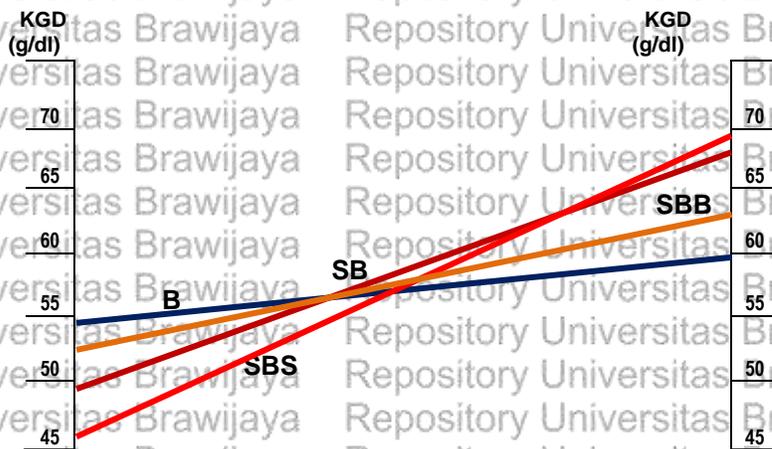
No	Bangsa Sapi	Jenis Kelamin	Kadar glukosa (gram/dl) menurut ketinggian tempat	
			Dataran Rendah (0-100 m dpl.)	Dataran Tinggi (700-1.000 m dpl.)
1.	Sapi Bali (B)	Jantan	55,84±8,97 <sup>a</sup>	60,91±9,01 <sup>e</sup>
		Betina	54,13±9,94 <sup>a</sup>	58,68±9,88 <sup>e</sup>
2.	B x Simmental (SB)	Jantan	51,66±7,36 <sup>b</sup>	65,58±9,20 <sup>f</sup>
		Betina	49,71±10,47 <sup>b</sup>	66,53±11,38 <sup>f</sup>
3.	SB x Simmental (SBS)	Jantan	47,58±9,72 <sup>c</sup>	69,25±8,16 <sup>g</sup>
		Betina	46,99±10,42 <sup>c</sup>	70,08±13,17 <sup>g</sup>
4.	SB x Bali (SBB)	Jantan	54,94±6,60 <sup>a</sup>	63,63±9,48 <sup>ef</sup>
		Betina	50,72±8,54 <sup>b</sup>	61,48±10,76 <sup>e</sup>

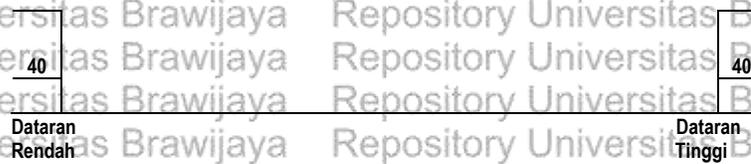
Keterangan: <sup>a,b,c,d</sup> pada baris maupun kolom yang sama menunjukkan  $P < 0,05$ .



Data KGD rata-rata untuk masing-masing genotip sapi penelitian baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi sebagaimana terlihat dalam Tabel 18, jika dikonfirmasi dengan kadar glukosa darah normal untuk sapi tropis yaitu 50-60 gram/dl (Barnes *et al.*, 2004), maka terlihat KGD rata-rata tiap bangsa sapi pada dataran rendah masing-masing sesuai kisaran normal, kecuali sapi SBS yang dalam lingkungan ini menunjukkan KGD rata-rata di bawah kisaran normal. Sedangkan pada dataran tinggi, KGD rata-rata tiap bangsa sapi berada di atas kisaran normal tersebut.

Hasil analisis statistik menunjukkan, bahwa perbedaan bangsa sapi dan perbedaan ketinggian tempat masing-masing berpengaruh ( $P < 0,05$  dan  $P < 0,01$ ) terhadap kadar glukosa darah, sedangkan jenis kelamin sapi tidak memberikan pengaruh ( $P > 0,05$ ). Dalam hal ini, KGD sapi pada dataran rendah sangat nyata lebih rendah dibanding KGD sapi pada dataran tinggi. Pada dataran rendah, terlihat KGD sapi B tidak berbeda dengan sapi SBB, tetapi nyata lebih tinggi dibanding KGD sapi SB dan SBS, dimana sapi SBS dalam lingkungan ini menunjukkan KGD nyata paling rendah. Demikian juga pada dataran tinggi, sapi B menunjukkan KGD tidak berbeda dengan sapi SBB, tetapi nyata lebih rendah dibanding sapi SB dan SBS, dimana sapi SBS dalam lingkungan ini menunjukkan KGD nyata paling tinggi.





**Gambar 9.**

Diagram Interaksi Genetik dan Lingkungan terhadap Kadar Glukosa Darah (KGD) pada Sapi Bali (B), Silangan B x Simmental (SB), Silangan Balik SB x Simmental (SBS), dan Silangan Balik SB x Bali (SBB), pada Dataran Rendah dan Dataran Tinggi

Perbedaan KGD sapi Bali dan silangannya dengan sapi Simmental akibat perbedaan ketinggian tempat tersebut, dapat dicermati lebih jelas pada Gambar 8, bahwa pada dataran rendah, KGD semakin rendah dengan semakin tingginya porsi sapi Simmental dalam persilangan. Oleh karena itu, pada dataran rendah, sapi SBS yang memiliki darah Simmental paling tinggi (75%) menunjukkan KGD rata-rata paling rendah ( $P < 0.05$ ). Tetapi pada dataran tinggi, KGD rata-rata sapi SBS cenderung paling tinggi meskipun secara statistical tidak berbeda dengan sapi SB.

Terlihat pada Gambar 8 bahwa perubahan ketinggian tempat dari dataran rendah ke dataran tinggi menyebabkan KGD rata-rata setiap bangsa sapi meningkat, namun dengan kadar peningkatan berbeda-beda. Dalam hal ini, sapi SBS yang menunjukkan KGD rata-rata terendah pada dataran rendah cenderung menunjukkan KGD tertinggi pada dataran tinggi; sapi B yang menunjukkan KGD tertinggi pada dataran rendah ternyata pada dataran tinggi menunjukkan KGD paling rendah.

Rendahnya KGD terutama untuk sapi SBS pada dataran rendah, dapat dinyatakan merupakan indikasi bahwa bangsa sapi tersebut mengalami cekaman panas akibat dayatahan panas yang rendah (Tabel 15), karena menurut banyak peneliti (Abd-Samee, 1997; El-Masry, 1997; Kamal *et al.*, 1999; Yousef, 1990; Habeeb *et al.*, 1994) bahwa konsentrasi glukosa dalam darah menurun jika sapi mengalami cekaman panas. Dalam Habeeb *et al.* (1992); Phillips dan Piggins (1994) dinyatakan,



rendahnya glukosa darah pada sapi yang mengalami cekaman panas adalah berkaitan dengan menurunnya konsentrasi insulin dan tiroksin, yang sangat kuat berkorelasi dengan menurunnya metabolisme energy selama sapi mengalami cekaman panas. Menurut Collier (1992), rendahnya glukosa darah tersebut disebabkan volume cairan darah dan total cairan tubuh meningkat akibat meningkatnya proses evaporasi sebagai upaya desipasi panas tertimbun di dalam tubuh pada sapi yang tercekam panas, atau, karena meningkatnya pemanfaatan glukosa guna memproduksi lebih banyak energy bagi kerja berat otot sehubungan dengan meningkatnya aktivitas respirasi.

#### 5.4. Kinerja Produksi

Hasil pengukuran kinerja produksi yang meliputi bobot lahir, bobot sapih, bobot umur 365, 730, dan 1.095 hari, laju pertumbuhan, konsumsi pakan dan energy, serta efisiensi pertumbuhan sapi Bali dan silangannya dengan sapi Simmental pada lingkungan dataran rendah dan dataran tinggi di NTB, masing-masing dapat disimak selengkapnya dalam Lampiran 37 s/d 46. Adapun nilai rata-rata dari data masing-masing variable tersebut menurut bangsa, ketinggian tempat, dan jenis kelamin, dipresentasikan dalam Tabel 19 s/d 22.

##### 5.4.1. Bobot Lahir

Bobot lahir diketahui merupakan salah satu fakta paling awal yang ditampilkan individu ternak dari pengukuran secara langsung, yang dapat menjadi informasi dasar untuk mempelajari dan menilai produktivitas sebagai hasil interelasi faktor genetik dan



faktor lingkungan. Oleh karena itu sangat penting dilakukan pengukuran bobot lahir pedet pada peternakan sapi potong rakyat yang, diketahui sebagian besar merupakan tipe produksi induk-anak.

Data bobot lahir sapi Bali dan silangannya dengan sapi Simmental dalam penelitian ini, diperoleh dengan pengukuran langsung (penimbangan) terhadap 212 pedet pada dataran rendah dan 198 pedet pada dataran tinggi, masing-masing terdiri atas pedet sapi Bali murni (B), silangan B x Simmental (SB), silangan balik SB x Simmental (SBS), dan silangan balik SB x Bali (SBB). Adapun bobot lahir rata-rata tiap bangsa sapi pada masing-masing ketinggian tempat dipresentasikan dalam Tabel

19.

Tabel 19. Bobot Lahir Rata-rata Sapi Bali dan Silangannya dengan Sapi Simmental pada Ketinggian Tempat Berbeda

No.	Bangsa Sapi	Jenis Kelamin	Bobot Lahir (kg) menurut ketinggian tempat	
			Dataran Rendah (0-100 m dpl.)	Dataran Tinggi (700-1.000 m dpl.)
1,	Sapi Bali (B)	Jantan	16,57±1,00 <sup>Aa</sup>	17,26±1,59 <sup>Ag</sup>
		Betina	14,59±0,96 <sup>Ab</sup>	16,57±1,49 <sup>Ah</sup>
2,	B x Simmental (SB)	Jantan	27,89±1,98 <sup>B</sup>	30,55±1,99 <sup>G</sup>
		Betina	25,73±1,44 <sup>C</sup>	27,77±1,85 <sup>H</sup>
3,	SB x Simmental (SBS)	Jantan	31,78±1,77 <sup>Dc</sup>	33,75±1,83 <sup>Ii</sup>
		Betina	30,32±2,03 <sup>Dd</sup>	31,02±1,86 <sup>Dj</sup>
4,	SB x Bali (SBB)	Jantan	23,15±1,56 <sup>Ee</sup>	24,73±1,55 <sup>Ei</sup>
		Betina	22,23±1,79 <sup>Ef</sup>	23,47±1,77 <sup>Ej</sup>

Keterangan: <sup>a, b, c</sup> pada baris maupun kolom yang sama menunjukkan P<0,05

<sup>A, B, C</sup> pada baris maupun kolom yang sama menunjukkan P<0,01

Terlihat dalam Tabel 19 bahwa secara keseluruhan, bobot lahir rata-rata pedet jantan tampak lebih tinggi dibanding pedet betina, bobot lahir pedet pada dataran



tinggi lebih tinggi dibanding pedet pada dataran rendah, demikian pula bobot lahir rata-rata pedet sapi-sapi silangan Bali x Simmental (sapi SB, SBS, dan SBB) tampak masing-masing lebih tinggi dibanding bobot lahir rata-rata pedet sapi Bali murni(B). Berdasarkan Anova untuk bobot lahir, diketahui bahwa perbedaan jenis kelamin, bangsa sapi, dan ketinggian tempat dalam hal ini, masing-masing berpengaruh sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap bobot lahir pedet.

Berdasarkan jenis kelamin, terlihat dalam Tabel 19 bahwa secara umum, pedet jantan dari masing-masing bangsa menunjukkan bobot lahir lebih tinggi ( $P < 0,01$ ) dibanding pedet betina, baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi. Berbedanya bobot lahir antara pedet jantan dan betina sebagaimana dijumpai dalam penelitian ini cukup banyak dilaporkan para peneliti, sebagaimana dinyatakan Bazzi (2011) yang juga melaporkan hasil yang sama; demikian juga Bayram dan Aksakal (2009), Habib *et al.* (2009), Raja *et al.* (2010), Olawumi dan Salako (2010), Nugroho (2012), dan Ashari (2013) masing-masing melaporkan bobot lahir pedet jantan sangat nyata lebih tinggi dibanding bobot lahir pedet betina. Namun demikian, laporan Obese *et al.* (2013) menyebutkan jenis kelamin tidak berpengaruh terhadap parameter-parameter produksi, termasuk di dalamnya bobot lahir.

Perbedaan bobot lahir antara pedet jantan dan pedet betina menurut Tabel 19 menunjukkan selisih yang bervariasi antara pedet sapi B, SB, SBS, dan SBB, baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi. Selisih tersebut secara keseluruhan berkisar 0,70-2,78 kg, yang berarti, pedet jantan dalam penelitian ini mempunyai bobot lahir 4,14-13,57% lebih tinggi dibanding bobot lahir pedet betina, tergantung bangsa dan ketinggian tempat. Kisaran ini lebih tinggi dibanding temuan Bazzi (2011) pada sapi Sistani, yaitu bobot lahir pedet jantan 7-8% lebih tinggi dibanding pedet betina.

Namun demikian, temuan pada sapi *Red Swedish* (Topzal *et al.*, 2010) yaitu bobot



lahir pedet jantan 5,6-15,5% lebih tinggi dibanding pedet betina, tampak lebih mendekati kisaran hasil penelitian ini.

Selisih bobot lahir antara pedet jantan dan pedet betina pada dataran rendah untuk sapi B, SB, SBS, dan SBB berturut-turut 1,98; 2,16; 1,46; dan 0,94 kg, dan berturut-turut 0,70; 2,78; 2,73; dan 1,26 kg pada dataran tinggi. Hal ini berarti, pada dataran rendah, bobot lahir pedet jantan untuk sapi B, SB, SBS, dan SBB adalah berturut-turut 13,57; 8,39; 4,80; dan 4,14% lebih tinggi dibanding bobot lahir pedet betina, dan pada dataran tinggi bobot lahir pedet jantan untuk sapi B, SB, SBS, dan SBB adalah berturut-turut 4,20; 10,01; 8,80; dan 5,37% lebih tinggi dibanding bobot lahir pedet betina. Penyebab perbedaan tersebut kemungkinan berkisar pada perbedaan laju metabolisme pra lahir karena menurut Soeharsono (1998), laju metabolisme pada fetus jantan lebih tinggi dibanding fetus betina, dan laju metabolisme tersebut dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan.

Hasil penelitian ini pada Tabel 19 juga menunjukkan, bobot lahir pedet pada dataran tinggi sangat nyata ( $P < 0,01$ ) lebih tinggi dibanding bobot lahir pedet pada dataran rendah, baik pada pedet B, SB, SBS, maupun pedet SBB. Perbedaan bobot lahir antara pedet dataran rendah dan dataran tinggi bervariasi untuk masing-masing bangsa sapi, baik pedet jantan maupun betina. Berdasarkan Lampiran 23 dan 24, dijumpai selisih bobot lahir rata-rata pedet pada dataran tinggi terhadap pedet pada dataran rendah untuk sapi B, SB, SBS, dan SBB berturut-turut 1,33; 2,35; 2,33; dan 1,41 kg, yang berarti bobot lahir pedet pada dataran tinggi untuk sapi B, SB, SBS, dan SBB berturut-turut 8,54; 8,76; 4,28 dan 6,21% lebih tinggi dibanding bobot lahir pedet pada dataran rendah.

Sebagaimana diketahui, bahwa lingkungan klimatologis pada dataran rendah maupun dataran tinggi tidak secara langsung mempengaruhi bobot lahir pedet,



melainkan melalui interrelasi dengan lingkungan internal induk atau disebut lingkungan maternal. Sehubungan dengan itu, temuan lebih tingginya bobot lahir pedet pada dataran tinggi dibanding bobot lahir pedet pada dataran rendah dalam penelitian ini dapat dinyatakan, karena kondisi suhu dan kelembaban udara (THI) harian pada dataran tinggi lebih nyaman (*comfortable*) bagi induk masing-masing bangsa pedet dalam masa kebuntingan sampai dengan partus, dibanding THI harian rata-rata pada dataran rendah (lih, Tabel 9). Nilai THI untuk dataran tinggi (69,39) termasuk dalam zona aman yang tidak menimbulkan stress thermal pada ternak sapi, sedangkan nilai THI rata-rata pada dataran rendah (80,02) berada pada zona “bahaya” dalam diagram THI untuk ternak sapi menurut Dahlen dan Stoltenow (2012), dan merupakan nilai THI yang dapat memulai terjadinya stress thermal pada sapi potong menurut Howden dan Turnpenny (2004).

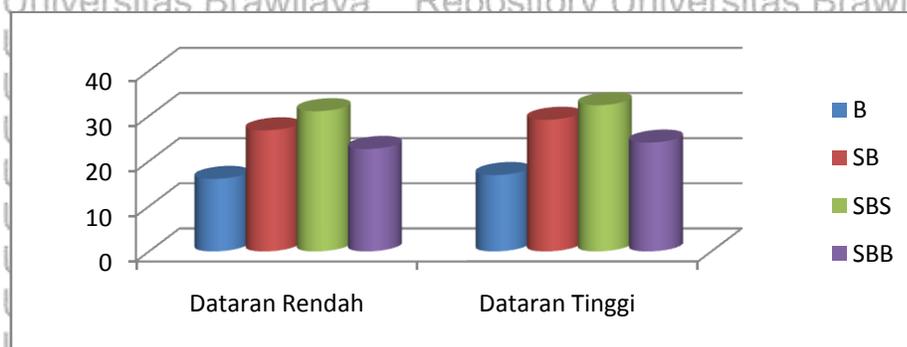
Bagi sapi pada dataran rendah, bobot lahir pedet yang lebih rendah dibanding bobot lahir pedet pada dataran tinggi kemungkinan disebabkan oleh cekaman panas yang dialami induk pada masa bunting sampai dengan melahirkan. Menurut Curtis (1994), Hansen (2004), dan Amundson *et al.*(2006); Maricle(2008), cekaman thermal yang dialami induk dalam masa bunting dapat mengganggu perkembangan fetus, sehingga berakibat pada rendahnya bobot lahir.

Adanya pengaruh ketinggian tempat terhadap bobot lahir pedet sebagaimana hasil penelitian ini, searah dengan hasil yang dilaporkan Martojo (1999) mengenai sapi Bali, yaitu bobot lahir rata-rata pedet sapi Bali pada dataran tinggi (16,65 kg) lebih tinggi daripada bobot lahir rata-rata pedet sapi Bali pada dataran rendah (10,80 kg). Demikian juga, dalam laporan Siregar *et al.* (2001) disebutkan bobot lahir pedet silangan sapi PO x Simmental dan PSm x Simmental pada dataran tinggi (27,30 dan 31,80 kg) lebih tinggi dibanding bobot lahir masing-masing pedet silangan tersebut



pada dataran rendah (19,80 dan 26,10 kg). Adapun temuan yang berbeda, terlihat dalam laporan Nugroho (2012), bahwa bobot lahir pedet sapi PO dan silangan Limousin x PO pada dataran tinggi tidak berbeda dengan bobot lahir masing-masing bangsa tersebut pada dataran rendah.

Mengenai perbedaan bobot lahir antara pedet sapi B, SB, SBS, dan SBB, baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi, dapat disimak dengan lebih jelas dari Gambar 10. Berdasarkan hasil Uji Turkey, diketahui bahwa terdapat perbedaan bobot lahir yang sangat nyata ( $P < 0,01$ ) antara pedet sapi B, SB, SBS, dan SBB baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi, demikian juga, terdapat perbedaan sangat nyata bobot lahir masing-masing bangsa pada dataran rendah dengan bangsa yang sama pada dataran tinggi. Dalam hal ini, baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi, dijumpai bobot lahir pedet sapi Bali murni (B) sangat nyata paling rendah, tetapi meningkat sangat nyata pada silangannya dengan Simmental (SB), bahkan semakin meningkat ( $P < 0,01$ ) pada silangan balik SB dengan Simmental (SBS); adapun pada silangan balik SB dengan Bali (SBB), meskipun menunjukkan bobot lahir lebih tinggi dibanding pedet B, namun terlihat masih lebih rendah ( $P < 0,01$ ) dibanding pedet SB dan SBS.



**Gambar 10.**

Diagram bobot lahir rata-rata pedet sapi Bali (B), Silangan B x Simmental (SB), Silangan Balik SB x Simmental (SBS), dan Silangan Balik SB x Bali (SBB), pada Dataran Rendah dan Dataran Tinggi



Bobot lahir tertinggi terlihat pada pedet SBS, baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi. Hal ini karena pedet SBS merupakan hasil silang balik F1 dengan tetuanya yang lebih unggul dalam sifat produksi, yaitu sapi Simmental, yang menurut Ellis *et al.* (1997), Short *et al.* (2002), dan Gary (2007), hasil silang balik tersebut (G2) akan menunjukkan bobot lahir dan pertumbuhan yang lebih tinggi dibanding F1.

Peningkatan bobot lahir pada pedet silangan dibanding pedet sapi Bali murni tersebut dapat dinyatakan merupakan manfaat komplementer dari persilangan, sebagaimana dinyatakan Plank *et al.* (2013), yang diperoleh dari hasil bergabungnya sifat produktif unggul sapi Simmental dengan sifat maternal sapi Bali, khususnya dalam karakteristik produksi. Menurut Scott (2009), bahwa persilangan antar bangsa akan meningkatkan produktivitas yang salah satunya berupa bobot lahir.

Peningkatan bobot lahir pada pedet silangan juga sangat mungkin merupakan efek heterosis dalam persilangan, karena sebagaimana dinyatakan Astuti (2004); Tang (2011), bahwa persilangan memanfaatkan heterosis sehingga persilangan pada sapi potong hanya dapat meningkatkan karakteristik produksi antara lain peningkatan bobot lahir. Berdasarkan hasil penelitian ini pada Lampiran 23 dan 24, diperoleh angka bobot lahir rata-rata total untuk pedet B, SB, SBS, dan SBB berturut-turut 15,58 ; 26,81 ; 31,05 ; dan 22,69 kg pada dataran rendah, dan berturut-turut 16,91; 29,16; 32,38; dan 24,10 kg pada dataran tinggi. Angka tersebut, khususnya untuk pedet pedet silangan (SB, SBS, dan SBB), jika dibandingkan dengan bobot lahir rata-rata kedua tetua masing-masing yaitu berturut-turut untuk tetua SB, SBS, dan SBB adalah 25,50 ; 33,50 ; dan 22,20 kg, maka terlihat bobot lahir rata-rata total pedet SB dan SBB masing-masing lebih tinggi daripada bobot lahir rata-rata tetuanya, sedangkan



bobot lahir rata-rata total pedet SBS lebih rendah daripada bobot lahir rata-rata tetuanya, baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi. Hal ini berarti terjadi heterosis pada bobot lahir pedet SB dan SBB, sedangkan pada bobot lahir pedet SBS tidak terjadi heterosis.

Terlihat dalam Gambar 9, bahwa perbedaan bobot lahir antara pedet B, SB, SBS, dan SBB pada dataran rendah, menunjukkan kecenderungan yang sama dengan perbedaan bobot lahir antara bangsa-bangsa tersebut pada dataran tinggi.

Oleh karena itu, hasil analisis interaksi antara faktor-faktor dalam penelitian ini menunjukkan, tidak terdapat interaksi ( $P>0,05$ ) genetik dan lingkungan (ketinggian tempat) terhadap bobot lahir pedet. Hal ini berarti, pengaruh ketinggian tempat terhadap bobot lahir adalah sepadan antara pedet sapi B, SB, SBS, maupun SBB pada masing-masing lokasi.

Gambar 9 juga menunjukkan, baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi, bobot lahir pedet semakin meningkat dengan semakin tingginya proporsi sapi Simmental dalam persilangan. Oleh karena itu, pedet sapi SBS yang memiliki porsi darah Simmental paling tinggi (75%) menunjukkan bobot lahir rata-rata paling tinggi ( $P<0,01$ ). Hal ini diduga berkaitan dengan keunggulan genetik sapi Simmental yang merupakan bangsa sapi potong tipe besar, sehingga semakin tinggi proporsi sapi

Simmental dalam persilangan berarti semakin besar perannya dalam mempengaruhi bobot lahir pedet silangannya. Hasil penelitian ini bersesuaian dengan hasil yang dilaporkan Siregar *et al.* (2001), yaitu silangan PO x Simmental (SimPO = 50% PO dan 50% Simmental) mempunyai bobot lahir 27,3 kg, sedangkan silangan balik SimPO x Simmental (25% PO dan 75% Simmental) menunjukkan bobot lahir lebih tinggi yaitu 31,8 kg.



#### 5.4.2. Bobot Sapih 150 hari (bs.150)

Bobot sapih diketahui merupakan ukuran kinerja dan kriteria breeding yang terpenting bagi sapi potong. Saat penyapihan (umur sapih) yang biasanya distandarisasi pada umur pedet sekitar 7 bulan (205 hari), menunjukkan batas waktu akhir pengaruh langsung induk terhadap pedet.

Sehubungan dengan temuan yang diperoleh dari survey pendahuluan pada lokasi penelitian ini, yaitu adanya kebiasaan peternak melakukan penyapihan pedet pada saat pedet tersebut berumur 4-6 bulan atau rata-rata 5 bulan (150 hari), maka bobot sapih dalam penelitian ini dinyatakan sebagai Bobot Sapih 150 hari (bs.150). Dengan demikian, penentuan bobot sapih tiap individu sapi penelitian dalam hal ini didasarkan pada hasil pengukuran bobot badan pedet pada waktu (umur) pedet disapih, kemudian disesuaikan terhadap bobot badan umur 150 hari pedet tersebut.

Data bobot sapih tiap individu dari 210 pedet pada dataran rendah dan 195 pedet pada dataran tinggi yang masing-masing terdiri atas pedet sapi Bali murni (B), silangan B x Simmental (SB), silangan balik SB x Simmental (SBS), dan silangan balik SB x Bali (SBB), selengkapnya dapat disimak dalam Lampiran 39 dan 40. Adapun bobot sapih rata-rata tiap genotip pada masing-masing ketinggian tempat dipresentasikan dalam Tabel 20.

Tabel 20. Bobot Sapih 150 hari (bs.150) Rata-rata Sapi Bali dan Silangannya dengan Sapi Simmental pada Ketinggian Tempat Berbeda

No.	Bangsa Sapi	Jenis Kelamin	Bobot sapih (kg) menurut ketinggian tempat	
			Dataran Rendah (0-100 m dpl.)	Dataran Tinggi (700-1,000 m dpl.)
1.	Sapi Bali (B)	Jantan	58,28±3,15 <sup>a</sup>	65,64±4,52 <sup>i</sup>
		Betina	53,18±3,55 <sup>b</sup>	60,91±4,45 <sup>j</sup>
2.	B x Simmental	Jantan	94,65±5,27 <sup>c</sup>	114,67±16,18 <sup>k</sup>



3.	(SB)	Betina	82,19±8,65 <sup>d</sup>	101,79±15,50 <sup>l</sup>
	SB x Simmental (SBS)	Jantan	105,44±9,89 <sup>e</sup>	139,92±17,27 <sup>m</sup>
		Betina	90,93±11,55 <sup>f</sup>	110,41±11,64 <sup>n</sup>
4.	SB x Bali (SBB)	Jantan	83,02±9,62 <sup>g</sup>	99,26±9,93 <sup>o</sup>
		Betina	67,39±8,68 <sup>h</sup>	83,18±8,86 <sup>p</sup>

Keterangan: <sup>a,b,c,d</sup> pada baris maupun kolom yang sama menunjukkan  $P < 0,01$

Tabel 20 menunjukkan, bs.150 pedet pada dataran tinggi lebih tinggi dibanding bs.150 pedet pada dataran rendah, bs.150 pedet sapi-sapi silangan Bali x Simmental (sapi SB, SBS, dan SBB) lebih tinggi dibanding bs.150 pedet sapi Bali murni (B), baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi. Demikian juga secara keseluruhan, terlihat bobot pedet jantan lebih tinggi dibanding bobot pedet betina. Berdasarkan Anova untuk bobot sapih 150 hari, diketahui bahwa perbedaan genetik sapi, ketinggian tempat, dan jenis kelamin, masing-masing berpengaruh sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap bs.150 pedet.

Berdasarkan jenis kelamin, terlihat dalam Tabel 20 bahwa secara umum, pedet jantan dari masing-masing bangsa menunjukkan bs.150 lebih tinggi ( $P < 0,01$ ) dibanding pedet betina, baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi. Hasil yang sama dilaporkan Kress *et al*, (1995), MacNeil dan Matjuda (2007), dan Ashari (2013) masing-masing untuk bobot sapih 205 hari.

Selisih bs.150 antara pedet jantan dan pedet betina bervariasi antara pedet sapi B, SB, SBS, dan SBB, baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi. Selisih tersebut secara keseluruhan berkisar 5,10-15,63 kg, yang berarti, pedet jantan dalam penelitian ini mempunyai bs.150 8,75-18,83% lebih tinggi dibanding bs.150 pedet betina, tergantung genotip dan ketinggian tempat.



Selisih bs.150 pedet jantan terhadap pedet betina pada dataran rendah untuk sapi B, SB, SBS, dan SBB berturut-turut 5,10; 12,46; 14,51; dan 15,63 kg, dan berturut-turut 4,73; 12,88; 29,51; dan 16,08 kg pada dataran tinggi. Hal ini berarti, pada dataran rendah, bs.150 pedet jantan untuk sapi B, SB, SBS, dan SBB adalah berturut-turut 8,75; 13,16; 13,76; dan 18,83% lebih tinggi dibanding bs.150 pedet betina, dan pada dataran tinggi bs.150 pedet jantan untuk sapi B, SB, SBS, dan SBB adalah berturut-turut 6,89; 11,23; 21,09; dan 16,20% lebih tinggi dibanding bs.150 pedet betina. Penyebab perbedaan tersebut tampaknya berkaitan dengan perbedaan laju pertumbuhan pra sapih, karena telah diketahui secara luas bahwa, laju pertumbuhan pra sapih sangat dipengaruhi oleh jenis kelamin (Martoyo, 1999; Buchram dan Thomas, 2007; Ashari, 2013), dan laju pertumbuhan sapi silangan lebih tinggi dibanding sapi murni (Handley, 2010; Scholtz dan Theunissen, 2010; Bazzi dan Ghazaghi, 2011; Tang *et al.*, 2011).

Hasil penelitian ini pada Tabel 20 juga menunjukkan, bs.150 pedet pada dataran tinggi sangat nyata ( $P < 0,01$ ) lebih tinggi dibanding bs.150 pedet pada dataran rendah, baik pada pedet B, SB, SBB, maupun pedet SBB. Berdasarkan Tabel 20, dijumpai selisih bs.150 rata-rata pedet di dataran tinggi terhadap pedet di dataran rendah untuk sapi B, SB, SBS, dan SBB berturut-turut 8,54; 19,81; 26,98; dan 16,02 kg, yang berarti bs.150 pedet di dataran tinggi untuk sapi B, SB, SBS, dan SBB berturut-turut 15,34; 22,40; 27,48 dan 21,30% lebih tinggi dibanding bs.150 pedet di dataran rendah.

Pedet umur sapih, disamping memperoleh pengaruh lingkungan dari proses berinteraksi secara langsung dengan lingkungan sekitarnya, pengaruh lingkungan tersebut juga diperoleh secara tidak langsung melalui induknya (lingkungan maternal) selama masa menyusui (pra sapih). Oleh karena itu, berkenaan dengan temuan lebih



tingginya bobot sapih pedet pada dataran tinggi dibanding bobot sapih pedet pada dataran rendah dalam penelitian ini, dapat dinyatakan disebabkan kondisi suhu dan kelembaban udara (THI) harian pada dataran tinggi lebih nyaman (*comfortable*) bagi masing-masing bangsa pedet dalam masa menyusui, dibanding THI harian rata-rata pada dataran rendah.

Adapun bobot sapih yang lebih rendah pada pedet dataran rendah dibanding bobot sapih pedet pada dataran tinggi, kemungkinan disebabkan antara lain oleh cekaman panas yang dialami pedet selama masa menyusui, karena pedet yang mengalami cekaman panas menjadi terganggu aktivitas menyusui pada induknya disebabkan oleh meningkatnya aktivitas respon fisiologis untuk membuang panas tertimbun di dalam tubuh (Manalu *et al.*, 2003), sehingga frekuensi dan lama menyusui menurun (N'thonx, 2004), dan terjadinya transfer panas ke tubuh pedet melalui air susu induk (Bubhun dan Yakuen, 1997; Makkin, 2002). Demikian juga, suhu udara yang panas pada dataran rendah dapat menurunkan produksi air susu induk sebagai sumber nutrisi untuk pertumbuhan pedet pra sapih, menyebabkan asupan nutrisi pedet kurang mencukupi untuk pertumbuhan yang optimal (Soeharsono, 1998).

Penurunan bobot sapih pedet sebagai respon terhadap kondisi lingkungan (THI) yang kurang menguntungkan pada dataran rendah, menunjukkan porsi (persentase) yang berbeda-beda antara sapi B, SB, SBS, dan SBB, baik untuk pedet jantan maupun pedet betina.

Terlihat pada Gambar 10, porsi penurunan BS.150 sehubungan dengan perubahan tinggi tempat dari dataran tinggi ke dataran rendah, hampir sama antara pedet jantan dan pedet betina untuk masing-masing genotip. Hal ini berkaitan dengan nilai HTC (Tabel 16) yang dijumpai tidak berbeda antara pedet jantan dan pedet betina tersebut.



Adapun untuk masing-masing genotip, terlihat porsi penurunan bs.150 tersebut berbeda antara sapi B dan silangan SB, SBS, dan SBB. Perbedaan ini juga dapat dinyatakan berkaitan dengan perbedaan daya tahan panas (berdasarkan nilai HTC pada Tabel16) antara sapi B, SB, SBS, dan SBB tersebut. Oleh karena itu, sapi B yang dijumpai memiliki daya tahan panas paling tinggi (HTC paling rendah) menunjukkan penurunan bs,150 dengan porsi paling rendah yaitu 11,21 dan 12,70% masing-masing untuk jantan dan betina, sapi SB menunjukkan penurunan masing-masing 17,46 dan 17,85%, tidak berbeda dengan sapi SBB yang menurun masing-masing 16,56 dan 18,98%, hal ini karena nilai HTC kedua bangsa sapi ini tidak berbeda, dan sapi SBS yang mempunyai daya tahan panas paling rendah (HTC paling tinggi) menunjukkan porsi penurunan paling tinggi 24,64 dan 20,42%.

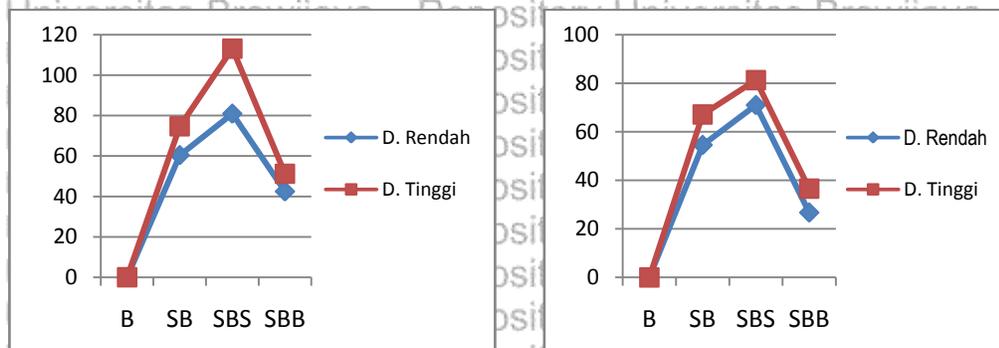
Hasil penelitian ini untuk pengaruh ketinggian tempat terhadap bobot sapih 150 hari sapi-sapi silangan Bali dengan Simmental (sapi SB, SBS, dan SBB) tampak bersesuaian dengan hasil penelitian faktor yang sama terhadap bobot sapih 205 hari pada silangan PO x Simmental dan PSm x Simmental yang dilaporkan Siregar *et al.* (2001), yaitu bobot sapih 205 hari masing-masing pedet silangan tersebut dijumpai lebih tinggi pada dataran tinggi (204,5 dan 239,1 kg) dibanding pada dataran rendah (179,8 dan 220,8 kg). Hasil yang searah juga terlihat dari hasil penelitian faktor yang sama terhadap bobot sapih 105 hari silangan PO x Limousin (Limpo) sebagaimana dilaporkan Nugroho (2012), bahwa bobot sapih 105 hari sapi silangan tersebut dijumpai lebih tinggi pada dataran tinggi dibanding pada dataran rendah, Tetapi terhadap bobot sapih 150 hari sapi Bali, hasil penelitian ini berbeda dengan laporan Martojo (1989) yang menyebutkan bobot sapih 205 hari sapi Bali pada dataran tinggi (75,73) lebih rendah dibanding pada dataran rendah (89,92).



Mengenai perbedaan bs.150 antara pedet sapi B, SB, SBS, dan SBB baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi, dapat disimak dengan lebih jelas dari Gambar 10 dan 11. Berdasarkan hasil Uji Turkey, diketahui bahwa terdapat perbedaan bs,150 yang sangat nyata ( $P<0,01$ ) antara pedet sapi B, SB, SBS, dan SBB baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi, demikian juga, terdapat perbedaan sangat nyata bs.150 masing-masing genotip tersebut pada dataran rendah dengan genotip yang sama pada dataran tinggi. Dalam hal ini, baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi, dijumpai bobot sapih pedet sapi Bali murni (B) sangat nyata paling rendah, tetapi meningkat sangat nyata pada silangannya dengan Simmental (SB), bahkan semakin meningkat ( $P<0,01$ ) pada silangan balik SB dengan Simmental (SBS); adapun pada silangan balik SB dengan Bali (SBB), meskipun menunjukkan bobot sapih lebih tinggi dibanding pedet B, namun terlihat masih lebih rendah ( $P<0,01$ ) dibanding pedet SB dan SBS.

Secara diagramatik, peningkatan bs.150 pada sapi-sapi silangan terhadap bs.150 pedet sapi Bali murni, dipresentasikan dalam Gambar 11. Data yang diplot ke dalam diagram adalah persentase peningkatan rata-rata bs.150 tiap individu sapi SB, SBS, dan SBB masing-masing terhadap bs.150 sapi B (Lamp,25 dan 26) yang diolah menggunakan persamaan:

$$\frac{\text{bs.150 sapi silangan} - \text{bs.150 sapi Bali murni}}{\text{bs.150 sapi Bali murni}} \times 100\%$$



**Gambar 11.** Diagram persentase peningkatan bobot sapih 150 hari rata-rata pedet sapi Silangan B x Simmental (SB), Silangan Balik SB x Simmental (SBS), dan Silangan Balik SB x Bali (SBB) terhadap bobot sapih 150 hari sapi Bali (B), pada dataran rendah dan dataran tinggi untuk pedet jantan dan betina.

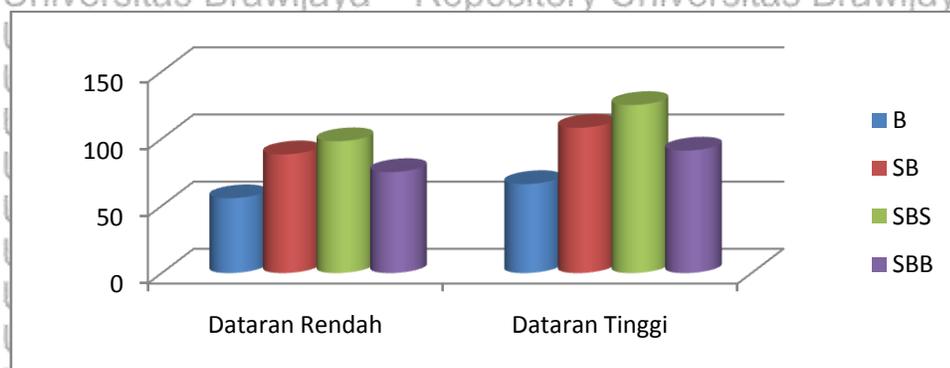
Berdasarkan diagram persentase peningkatan bs.150 sapi-sapi silangan terhadap bs.150 sapi Bali pada Gambar 11, dapat disebutkan, untuk sapi jantan pada dataran rendah, sapi SB, SBS, dan SBB menunjukkan bs.150 berturut-turut 62,40; 80,92; dan 42,45% lebih tinggi dibanding bs.150 sapi B; untuk pedet jantan pada dataran tinggi, sapi SB, SBS, dan SBB menunjukkan bs.150 berturut-turut 74,70; 113,16; dan 51,22% lebih tinggi dibanding bs.150 sapi B. Demikian juga untuk pedet betina pada dataran rendah, sapi SB, SBS, dan SBB menunjukkan bs.150 berturut-turut 54,55; 70,98; dan 26,72% lebih tinggi dibanding bs.150 sapi B, dan untuk pedet betina pada dataran tinggi, sapi SB, SBS, dan SBB menunjukkan bs.150 berturut-turut 67,11; 81,27; dan 36,56% lebih tinggi dibanding bs.150 sapi B.

Peningkatan bobot sapih pada pedet silangan dibanding pedet sapi Bali murni tersebut, dapat dinyatakan merupakan hasil penurunan sifat produktif bobot sapih sapi Simmental sebagai bangsa sapi potong yang dikenal memiliki sifat-sifat produktif unggul dengan pertumbuhan pra sapih tinggi, rata-rata 1,8 kg/hari (Kuehn dan Thallman, 2012), karena bobot sapih diketahui merupakan sifat ekonomi dengan



heretabilitas tinggi, mencapai 30% (Scholtz dan Theunissen, 2010). Secara umum dapat dinyatakan, peningkatan bobot sapih yang terjadi merupakan dampak dari persilangan antara bangsa yang berbedadalam sifat tersebut sebagaimana dinyatakan Scott (2009), Bazzi dan Gazaghi (2011). Peningkatan bobot sapih pada pedet silangan juga sangat mungkin merupakan efek heterosis persilangan, sebagaimana dijumpai dalam penelitian ini untuk bobot lahir

Berdasarkan Gambar 11, perbedaan bobot sapih antara pedet B, SB, SBS, dan SBB pada dataran rendah, menunjukkan pola yang sama dengan perbedaan bobot sapih antara bangsa-bangsa sapi tersebut pada dataran tinggi. Oleh karena itu, hasil analisis interaksi antara faktor-faktor dalam penelitian ini menunjukkan, tidak terdapat interaksi ( $P>0,05$ ) genetik dan lingkungan (ketinggian tempat) terhadap bobot sapih pedet. Hal ini berarti, pengaruh ketinggian tempat terhadap bobot sapih 150 hari adalah sepadan antara pedet sapi B, SB, SBS, maupun SBB.



**Gambar 12.** Diagram bobot sapih 150 hari rata-rata pedet sapi Bali (B), Silangan B x Simmental (SB), Silangan Balik SB x Simmental (SBS), dan Silangan Balik SB x Bali (SBB), pada Dataran Rendah dan Dataran Tinggi

Gambar 11 juga menunjukkan, baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi, bobot sapih pedet semakin meningkat dengan semakin tingginya porsi sapi Simmental dalam persilangan. Oleh karena itu, pedet sapi SBS yang memiliki porsi



darah Simmental paling tinggi (75%) menunjukkan bobot sapih rata-rata paling tinggi ( $P < 0,01$ ). Hal ini diduga berkaitan dengan keunggulan genetik sapi Simmental yang merupakan bangsa sapi potong tipe besar, sehingga semakin tinggi porsi sapi Simmental dalam persilangan berarti semakin besar peranan genetiknya dalam mempengaruhi bobot sapih pedet silangannya.

Hasil penelitian ini bersesuaian dengan hasil yang dilaporkan Siregar *et al.* (2001), yaitu bobot sapih 205 silangan PO x Simmental (SimPO = 50% PO dan 50% Simmental) adalah  $179,8 \pm 2,1$  kg, sedangkan silangan balik SimPO x Simmental (25% PO dan 75% Simmental) menunjukkan bobot sapih 205 lebih tinggi yaitu  $220,0 \pm 6,0$  kg. Hasil yang berbeda terlihat dalam laporan Muniz *et al.* (2000), silangan 50% Nallore x 50% Simmental di Brazil yang menunjukkan bobot sapih 205 hari  $183,5 \pm 3,4$  kg, tidak berbeda dengan silangan 25% Simmental x 75% Nallore yang mencapai bobot sapih  $185,2 \pm 1,62$  kg.

#### 5.4.3. Bobot Badan Umur Satu tahun (bb.365)

Bobot badan umur satu tahun (365 hari) diketahui merupakan ukuran kinerja yang sangat penting pada sapi potong, karena dapat digunakan untuk menilai prestasi sapi tersebut dalam melalui fase pertumbuhan cepat yang dimulai sejak umur sapih hingga mencapai masa pubertas pada umur 10-12 bulan. Diketahui pula, bahwa bb.365 biasanya dijadikan salah satu kriteria dalam pemilihan sapi bibit disamping tinggi pundak, juga dalam pemilihan sapi jantan bakalan untuk penggemukan.

Hasil pengukuran bobot badan 365 hari tiap individu dari 247 ekor sapi pada dataran rendah dan 195 ekor sapi pada dataran tinggi yang masing-masing terdiri atas sapi Bali murni (B), silangan B x Simmental (SB), silangan balik SB x Simmental (SBS), dan silangan balik SB x Bali (SBB), selengkapnya dapat disimak dalam



Lampiran 27 dan 28. Adapun bb.365 rata-rata tiap genotip pada masing-masing ketinggian tempat dipresentasikan dalam Tabel 21.

Tabel 21 menunjukkan, bb.365 sapi pada dataran tinggi lebih tinggi dibanding BB,365 sapi pada dataran rendah, bb.365 sapi sapi-sapi silangan Bali x Simmental (sapi SB, SBS, dan SBB) lebih tinggi dibanding bb.365 sapi sapi Bali murni (B), baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi. Demikian juga secara keseluruhan, terlihat bb.365 sapi jantan lebih tinggi dibanding bb.365 sapi betina. Berdasarkan Anova untuk bb.365, diketahui bahwa perbedaan genotip sapi, ketinggian tempat, dan jenis kelamin dalam hal ini, masing-masing berpengaruh sangat nyata ( $P<0,01$ ) terhadap bb,365 sapi Bali dan silangannya dengan sapi Simmental.

Tabel 21. Bobot Badan 365 hari Rata-rata Sapi Bali dan Silangannya dengan Sapi Simmental pada Ketinggian Tempat Berbeda

No	Bangsa Sapi	Jenis Kelamin	Bobot badan (kg) menurut ketinggian tempat	
			Dataran Rendah (0-100 m dpl.)	Dataran Tinggi (700-1.000 m dpl.)
1.	Sapi Bali (B)	Jantan	121,79±23,66 <sup>a</sup>	129,92±22,98 <sup>i</sup>
		Betina	109,56±11,09 <sup>b</sup>	113,90±20,67 <sup>j</sup>
2.	B x Simmental (SB)	Jantan	210,43±21,52 <sup>c</sup>	250,98±30,23 <sup>k</sup>
		Betina	186,80±24,07 <sup>d</sup>	217,00±15,40 <sup>l</sup>
3.	SB x Simmental (SBS)	Jantan	193,89±24,71 <sup>e</sup>	300,53±22,42 <sup>m</sup>
		Betina	176,23±12,21 <sup>f</sup>	259,56±25,20 <sup>n</sup>
4.	SB x Bali (SBB)	Jantan	208,71±17,68 <sup>c</sup>	225,52±19,07 <sup>o</sup>
		Betina	189,59±13,86 <sup>d</sup>	208,86±22,76 <sup>p</sup>

Keterangan: <sup>a,b,c,d</sup> pada baris maupun kolom yang sama menunjukkan  $P<0,01$

Berdasarkan jenis kelamin, terlihat dalam Tabel 21 bahwa secara umum, sapi jantan dari masing-masing bangsa menunjukkan bb.365 lebih tinggi ( $P<0,01$ )



dibanding sapi betina, baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi. Hasil yang sama pada sapi Bali dan silangannya dengan sapi Simmental, terlihat dalam laporan Ashari (2013).

Selisih bb.365 antara sapi jantan dan betina pada dataran rendah untuk sapi B, SB, SBS, dan SBB berturut-turut 12,23; 23,63; 17,66; dan 19,12 kg, dan berturut-turut 16,02; 33,98; 40,97; dan 16,66 kg pada dataran tinggi. Hal ini berarti, pada dataran rendah, bb.365 sapi jantan untuk sapi B, SB, SBS, dan SBB adalah berturut-turut 11,16; 12,65; 10,02; dan 10,08% lebih tinggi dibanding bb.365 sapi betina, dan pada dataran tinggi bb.365 sapi jantan untuk sapi B, SB, SBS, dan SBB adalah berturut-turut 11,96; 15,66; 15,78; dan 7,98% lebih tinggi dibanding bb.365 sapi betina.

Dapat dinyatakan, keragaman dalam selisih bb.365 (%) antara sapi jantan dan betina untuk masing-masing bangsa pada dataran rendah maupun dataran tinggi tersebut, disebabkan oleh perbedaan laju pertumbuhan lepas sapih, karena telah diketahui secara luas juga bahwa, laju pertumbuhan lepas sapih sangat dipengaruhi oleh jenis kelamin (Marतोjo, 1999; Soeharsono, 1998; Ashari, 2013; Weaber dan Spangler, 2013),

Sapi umur setahun merupakan sapi lepas sapih, yang berarti sapi sudah lepas dari pengaruh lingkungan maternal. Dengan demikian, pengaruh lingkungan terhadap produktivitas sapi merupakan hasil interaksi langsung dengan lingkungan sekitarnya.

Berkenaan dengan lebih tingginya bb.365 masing-masing bangsa pada dataran tinggi dibanding pada dataran rendah sebagaimana terlihat dalam Tabel 21, disamping karena bobot lahir dan bobot sapih tiap bangsa tersebut masing-masing dijumpai lebih tinggi pada dataran tinggi dibanding pada dataran rendah (lih, hasil penelitian ini dalam Tabel 19 dan 20), juga dapat dinyatakan, disebabkan oleh kondisi suhu dan kelembaban udara (THI) harian pada dataran tinggi lebih nyaman

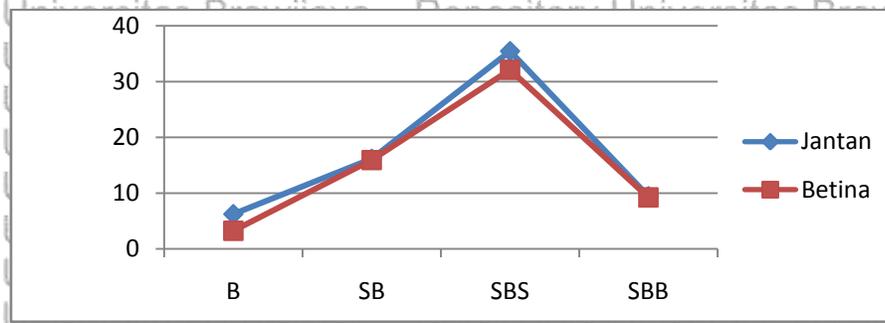


(comfortable) bagi masing-masing genotip sapi dibanding THI harian rata-rata pada dataran rendah (lih. Tabel 9). Kondisi yang lebih nyaman tersebut ditunjukkan oleh data respon fisiologis dan hematologis tiap genotip dalam Tabel 15 s/d Tabel 18.

Adapun rendahnya bb.365 sapi pada dataran rendah, dapat dinyatakan disebabkan oleh cekaman panas yang dialami, sesuai data respon fisiologis yang ditunjukkan, karena sapi yang mengalami cekaman panas menjadi terganggu aktivitas fisiologis pertumbuhannya disebabkan oleh meningkatnya aktivitas respon fisiologis untuk membuang panas tertimbun di dalam tubuh, sehingga penggunaan energy untuk hidup pokok meningkat (Dhaddo, 2004), sedangkan konsumsi pakan menurun (Carrol *et al.*, 2012). Demikian juga, suhu udara yang panas pada dataran rendah dapat menurunkan aktivitas anabolik dan meningkatkan aktivitas katabolik sehingga kinerja produksi menurun (Habeeb, *et al.*, 1992).

Penurunan bobot badan sebagai respon terhadap kondisi lingkungan (THI) yang kurang menguntungkan pada dataran rendah, menunjukkan porsi (persentase) yang berbeda antara sapi B, SB, SBS, dan SBB, baik untuk sapi jantan maupun betina. Perbedaan tersebut dijelaskan dalam Gambar 13. Data yang diplot ke dalam diagram Gambar 13 adalah persentase penurunan rata-rata bb.365 tiap individu sapi penelitian pada dataran tinggi terhadap bb.365 individu pada dataran rendah yang diolah menggunakan persamaan:

$$\frac{\text{bb.365 sapi pada dataran tinggi} - \text{bb.365 sapi pada dataran rendah}}{\text{bb.365 sapi pada dataran tinggi}} \times 100\%$$



**Gambar 13.** Diagram porsi (%) penurunan bobot badan 365 hari rata-rata sapi Bali (B), silangan B x Simmental (SB), silangan balik SB x Simmental (SBS), dan silangan salik SB x Bali (SBB) pada dataran rendah terhadap bobot badan 365 hari sapi pada dataran tinggi.

Terlihat pada Gambar 13, porsi penurunan bb.365 sehubungan dengan perubahan tinggi tempat dari dataran tinggi ke dataran rendah, tidak berbeda ( $P>0,05$ ) antara sapi jantan dan sapi betina untuk masing-masing genotip. Hal ini berkaitan dengan nilai HTC (Tabel 16 ) yang dijumpai tidak berbeda antara sapi jantan dan sapi betina tersebut.

Adapun untuk masing-masing genotip, terlihat pada Gambar 13 bahwa porsi penurunan bb.365 tersebut berbeda-beda antara sapi B, SB, SBS, dan SBB. Perbedaan ini juga dapat dinyatakan berkaitan dengan perbedaan daya tahan panas (berdasarkan nilai HTC pada Tabel16) antara masing-masing bangsa sapi tersebut pada dataran rendah. Oleh karena itu, sapi B yang dijumpai memiliki daya tahan panas paling tinggi (HTC paling rendah) menunjukkan penurunan bb.365 dengan porsi paling rendah yaitu 6,25 dan 3,24% masing-masing untuk jantan dan betina, sapi SB menunjukkan penurunan masing-masing 16,16 dan 13,92%, tidak berbeda dengan sapi SBB yang menurun masing-masing 9,45 dan 9,23% karena nilai HTC kedua bangsa sapi ini tidak berbeda, sedangkan sapi SBS yang mempunyai daya tahan panas paling rendah (HTC paling tinggi) menunjukkan porsi penurunan paling tinggi 35,45 dan 32,10%.



Hasil penelitian ini untuk pengaruh ketinggian tempat terhadap bb.365 sapi Bali dan silangannya dengan Simmental, tampak bersesuaian dengan hasil penelitian faktor yang sama terhadap bb.365 sapi PO dan silangannya dengan sapi Simmental yang dilaporkan Siregar *et al.* (2001), yaitu bb.365 masing-masing genotip, baik lokal maupun silangan, dijumpai lebih tinggi pada dataran tinggi dibanding pada dataran rendah. Hasil yang searah juga terlihat dari hasil penelitian faktor yang sama terhadap bb.365 sapi PO dan silangannya dengan sapi Limousin yang dilaporkan Nugroho (2012). Demikian juga, hasil penelitian ini untuk sapi Bali khususnya, bersesuaian dengan hasil penelitian Martojo (1989), bahwa bb.365 sapi Bali pada dataran tinggi (186,35 kg) lebih tinggi dibanding bb.365 sapi Bali pada dataran rendah (172,22 kg).

Mengenai perbedaan bb.365 antara sapi B, SB, SBS, dan SBB baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi, dapat disimak dengan lebih jelas dari Gambar 13. Berdasarkan hasil Uji Turkey, diketahui bahwa terdapat perbedaan bb.365 yang sangat nyata ( $P < 0,01$ ) antara sapi B, SB, SBS, dan SBB baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi, demikian juga terdapat perbedaan sangat nyata bb.365 masing-masing bangsa tersebut pada dataran rendah dengan bangsa yang sama pada dataran tinggi. Dalam hal ini, pada dataran rendah dijumpai bb.365 sapi Bali murni (B) sangat nyata paling rendah, tetapi meningkat sangat nyata pada silangannya dengan Simmental (SB), pada silangan balik SB dengan Simmental (SBS), maupun pada silangan balik SB dengan Bali (SBB).

Adapun pada dataran tinggi, sapi B juga menunjukkan bb.365 sangat nyata paling rendah, tetapi meningkat sangat nyata pada silangannya dengan Simmental (SB), dan semakin meningkat ( $P < 0,01$ ) pada silangan balik SB dengan Simmental (SBS); sedangkan pada silangan balik SB x Bali (SBB) dalam lingkungan ini, meskipun

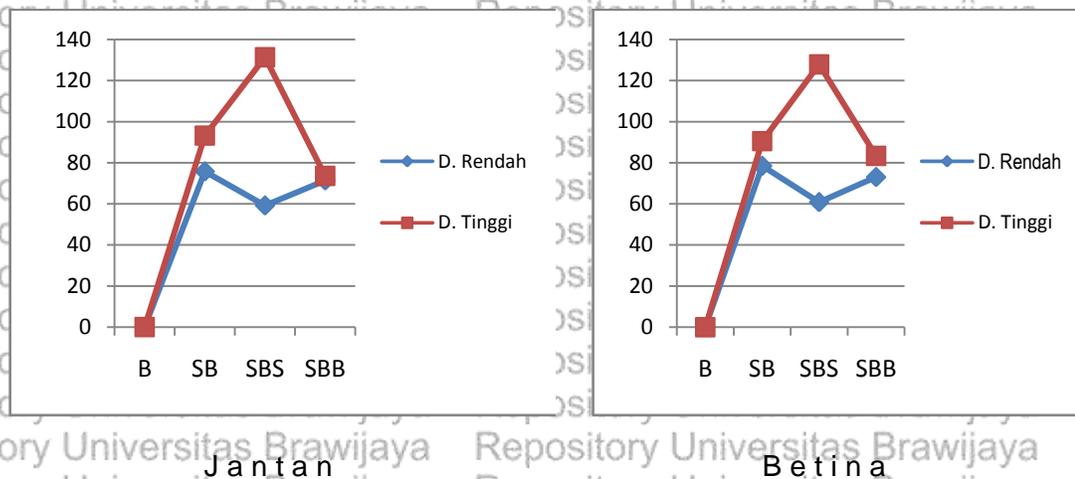


menunjukkan bb.365 lebih tinggi dibanding sapi B, namun terlihat masih lebih rendah ( $P < 0,01$ ) dibanding sapi SB dan SBS.

Bobot badan umur setahun (bb.365) diketahui berkorelasi positif dengan bobot lahir ( $r = 0,55$ ) dan bobot sapih ( $r = 0,70$ ) (Buchram dan Thomas, 2007). Diketahui pula, bb.365 mempunyai heretabilitas tinggi mencapai 60% (Queroz *et al.*, 1998; Weaber dan Spangler, 2013). Oleh karena itu, berkenaan dengan perbedaan bb.365 antara sapi B, SB, SBS, dan SBB yang ditemukan dalam penelitian ini, dapat dinyatakan berkaitan dengan perbedaan bobot lahir dan bobot sapih, serta porsi darah Simmental antara bangsa-bangsa sapi tersebut. Dalam hal ini, sapi B yang menunjukkan bb.365 paling rendah, diketahui mempunyai bobot lahir (Tabel 19) dan bobot sapih (Tabel 20) paling rendah. Demikian pula dengan sapi-sapi silangannya dengan sapi Simmental yang menunjukkan bb.365 lebih tinggi, ternyata memiliki bobot lahir dan bobot sapih yang lebih tinggi dibanding sapi B.

Peningkatan bb.365 pada sapi-sapi silangan terhadap bb.365 sapi Bali murni, dipresentasikan secara diagramatik dalam Gambar 14. Data yang diplot ke dalam diagram adalah persentase peningkatan rata-rata bb.365 tiap individu sapi SB, SBS, dan SBB masing-masing terhadap bb.365 sapi B yang diolah menggunakan persamaan:

$$\frac{\text{bb.365 sapi silangan} - \text{bb.365 sapi Bali murni}}{\text{bb.365 sapi Bali murni}} \times 100\%$$



**Gambar 14.** Diagram persentase peningkatan bobot setahun (bb.365) rata-rata sapi Silangan B x Simmental (SB), Silangan Balik SB x Simmental (SBS), dan Silangan Balik SB x Bali (SBB) terhadap bb.365 sapi Bali (B), untk sapi jantan dan betina pada ketinggian tempat berbeda.

Gambar 14 menunjukkan, persentase peningkatan bb.365 sapi-sapi silangan terhadap bb.365 sapi Bali, tidak berbeda ( $P>0,05$ ) antara sapi jantan dan sapi betina untuk masing-masing bangsa. Oleh karena itu, dalam pembahasan hasil penelitian ini untuk presentase peningkatan bb.365 pada sapi silangan terhadap bb.365 sapi Bali, digunakan nilai rata-rata jantan dan betina.

Berdasarkan diagram pada Gambar 14, diketahui bahwa sapi SBS yang pada dataran rendah menunjukkan persentase peningkatan bobot badan terendah ( $P<0,01$ ) dengan rata-rata 60,02%, menjadi paling tinggi ( $P<0,01$ ) pada dataran tinggi dengan rata-rata 129,60%. Hal ini menunjukkan, sapi SBS yang memperoleh penurunan sifat produksi sapi Simmental paling tinggi tidak mampu mengekspresikan sifat tersebut secara optimal pada lingkungan dataran rendah, karena dibatasi oleh daya tahan panasnya yang rendah dalam lingkungan ini, tetapi pada dataran tinggi terlihat sapi SBS mampu mengekspresikan potensi sifat produksi yang dimiliki hingga mencapai



bb.365 dengan peningkatan 69,58% lebih tinggi dibanding peningkatan bb.365 rata-rata yang mampu dicapai pada dataran rendah.

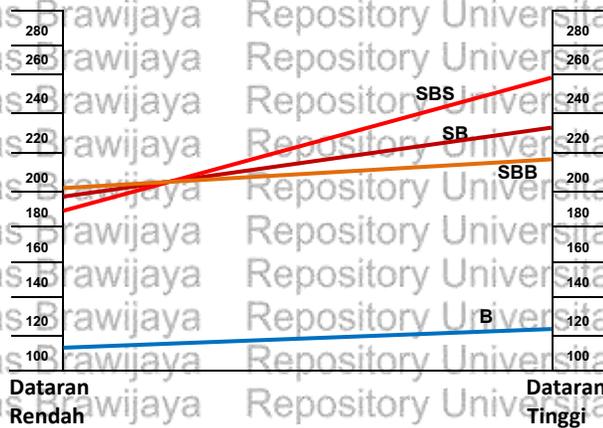
Adapun sapi SB yang pada dataran rendah menunjukkan bb.365 rata-rata 77,14% lebih tinggi dibanding sapi B, ternyata tidak berbeda ( $P > 0,05$ ) dengan sapi SBB yang menunjukkan bb.365 rata-rata 72,21% lebih tinggi daripada sapi B. Tetapi pada dataran tinggi, sapi SB tampak berbeda dengan SBB ( $P < 0,05$ ) dengan bb.365 masing-masing 91,85 dan 78,57% lebih tinggi terhadap bb.365 sapi B. Hal ini berarti, kinerja sapi SB untuk sifat bb.365 adalah lebih baik dibanding sapi SBB pada kedua ketinggian tempat.

Terlihat dalam Gambar 14, bahwa perbedaan bb.365 antara sapi B, SB, SBS, dan SBB pada dataran rendah, menunjukkan pola yang berbeda dengan perbedaan bobot sapih antara bangsa-bangsa tersebut pada dataran tinggi. Oleh karena itu, hasil analisis interaksi antara faktor-faktor dalam penelitian ini (Lampiran 47) menunjukkan, terdapat interaksi ( $P < 0,05$ ) genetik dan lingkungan (ketinggian tempat) terhadap bb.365. Hal ini berarti, pengaruh ketinggian tempat terhadap bb.365 adalah bervariasi antara sapi B, SB, SBS, maupun SBB pada masing-masing lokasi.

Gambar 14 juga menunjukkan, bahwa perubahan ketinggian tempat dari dataran rendah ke dataran tinggi menyebabkan meningkatnya bb.365 masing-masing bangsa, tetapi dengan porsi peningkatan berbeda-beda, yaitu untuk sapi B, SB, SBS, dan SBB berturut-turut adalah 5,38; 17,81; 51,35; dan 9,06%. Data ini menunjukkan ekspresi fenotip dari masing-masing bangsa terhadap perbedaan ketinggian tempat tersebut,

bb.365  
(kg)  
300

bb.365  
(kg)  
300



**Gambar 15.** Diagram interaksi genetik dan lingkungan terhadap bb.365 sapi Bali (B), Silangan B x Simmental (SB), Silangan Balik SB x Simmental (SBS), dan Silangan Balik SB x Bali (SBB).

Pada dataran rendah, bb.365 sapi-sapi silangan (SB, SBS, dan SBB) semakin tinggi pada bangsa dengan porsi sapi Bali yang lebih tinggi, sedangkan pada dataran tinggi, bb.365 sapi-sapi silangan tersebut semakin tinggi dengan semakin tingginya porsi sapi Simmental dalam persilangan. Oleh karena itu, pada dataran rendah, sapi SBB yang memiliki porsi darah Bali paling tinggi (75%) menunjukkan bb.365 rata-rata paling tinggi, sedangkan pada dataran tinggi, bb.365 tertinggi terlihat pada sapi SBS.

Hal ini berarti, penampilan sapi-sapi silangan pada dataran rendah lebih ditentukan oleh keunggulan genetik sapi Bali dalam sifat daya tahan panas, sedangkan pada dataran tinggi, penampilan sapi-sapi silangan tersebut lebih ditentukan oleh keunggulan genetik sapi Simmental dalam sifat produksi.

Hasil penelitian ini untuk bb.365 bersesuaian dengan hasil yang dilaporkan Siregar *et al.* (2001), yaitu silangan PO x Simmental (SimPO = 50% PO dan 50% Simmental) menunjukkan bb.365 mencapai  $242,6 \pm 22,6$  kg, sedangkan silangan balik SimPO x Simmental (25% PO dan 75% Simmental) menunjukkan bb.365 lebih tinggi yaitu  $278,2 \pm 21,3$  kg. Bobot badan yang dicapai masing-masing bangsa sapi tersebut,



baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi, dilaporkan sangat nyata lebih tinggi dibanding sapi local PO maupun silangan balik SimPO x PO (25% Simmental x 75% PO).

Berdasarkan data dan pembahasan di atas dapat dinyatakan, bahwa persilangan sapi Bali dengan Simmental kearah porsi genetik Simmental yang semakin tinggi adalah semakin baik terhadap bobot badan 365 hari silangannya, khususnya pada lingkungan dataran tinggi dengan THI < 70 sebagaimana THI rata-rata pada lokasi penelitian ini untuk dataran tinggi.

#### 5.4.4. Bobot Badan Umur Dua tahun (bb.730)

Hasil pengukuran bobot badan pada umur dua tahun (730 hari) tiap individu dari 252 ekor sapi pada dataran rendah dan 220 ekor sapi pada dataran tinggi yang masing-masing terdiri atas sapi Bali murni (B), silangan B x Simmental (SB), silangan balik SB x Simmental (SBS), dan silangan balik SB x Bali (SBB), selengkapnya dapat disimak dalam Lampiran 43 dan 44. Adapun bb.730 rata-rata tiap bangsa pada setiap ketinggian tempat dipresentasikan dalam Tabel 22.

Tabel 22. Bobot Badan 730 hari (bb,730) Rata-rata Sapi Bali dan Silangannya dengan Sapi Simmental pada Ketinggian Tempat Berbeda

No	Bangsa Sapi	Jenis Kelamin	Bobot badan (kg) menurut ketinggian tempat	
			Dataran Rendah (0-100 m dpl.)	Dataran Tinggi (700-1,000 m dpl.)
1.	Sapi Bali (B)	Jantan	228,23±16,71 <sup>a</sup>	279,41±25,59 <sup>l</sup>
		Betina	197,52±9,38 <sup>b</sup>	246,80±17,09 <sup>j</sup>
2.	B x Simmental (SB)	Jantan	358,79±19,00 <sup>c</sup>	436,11±13,74 <sup>k</sup>
		Betina	319,88±15,41 <sup>d</sup>	383,24±8,75 <sup>i</sup>
3.	SB x Simmental (SBS)	Jantan	347,72±20,73 <sup>e</sup>	531,07±14,82 <sup>m</sup>
		Betina	312,91±15,99 <sup>f</sup>	473,57±32,89 <sup>n</sup>



4.	SB x Bali (SBB)	Jantan	334,85±17,91 <sup>a</sup>	386,38±9,64 <sup>a</sup>
		Betina	314,17±14,38 <sup>b</sup>	339,36±24,92 <sup>b</sup>

Keterangan: <sup>a,b,c</sup> pada baris maupun kolom yang sama menunjukkan  $P < 0,01$

Tabel 22 menunjukkan, bb.730 sapi jantan sangat nyata lebih tinggi ( $P < 0,01$ ) dibanding bb.730 sapi betina untuk masing-masing bangsa, baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi. Demikian juga, masing-masing bangsa pada dataran tinggi menunjukkan bb.730 sangat nyata lebih tinggi dibanding pada dataran rendah, dan terlihat bahwa antara bangsa-bangsa tersebut terdapat perbedaan bb.730 yang sangat nyata pula, baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi.

Berdasarkan jenis kelamin, terlihat dalam Tabel 22 bahwa secara umum, sapi jantan dari masing-masing genotip menunjukkan bb.730 lebih tinggi ( $P < 0,01$ ) dibanding sapi betina, baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi. Hasil yang sama pada sapi Bali dan silangannya dengan sapi Simmental, terlihat dalam laporan Ashari (2013):

Selisih bb.730 antara sapi jantan dan betina pada dataran rendah untuk sapi B, SB, SBS, dan SBB berturut-turut 30,71; 38,91; 34,81; dan 20,68 kg, dan berturut-turut 32,61; 52,87; 57,80; dan 47,02 kg pada dataran tinggi. Hal ini berarti, pada dataran rendah, bb.1095 sapi jantan untuk sapi B, SB, SBS, dan SBB adalah berturut-turut 15,55; 12,16; 11,12; dan 6,58% lebih tinggi dibanding bb.730 sapi betina, dan pada dataran tinggi bb.730 sapi jantan untuk sapi B, SB, SBS, dan SBB adalah berturut-turut 13,21; 13,80; 12,14; dan 13,85% lebih tinggi dibanding bb.730 sapi betina.

Penyebab perbedaan tersebut tampaknya berkaitan dengan adanya interaksi antara jenis kelamin dan genetik, juga antara jenis kelamin dan ketinggian tempat terhadap bb.730, sesuai hasil analisis interaksi antara faktor-faktor untuk bb.730



dalam Lampiran 49. Demikian juga, keragaman dalam selisih bb.730 (%) antara sapi jantan dan betina untuk masing-masing bangsa pada dataran rendah maupun dataran tinggi tersebut, kemungkinan disebabkan oleh perbedaan laju pertumbuhan, karena telah diketahui bahwa, laju pertumbuhan lepas sapih sangat dipengaruhi oleh jenis kelamin (Martoyo, 1999; Soeharsono, 1998; Ashari, 2013; Weaber dan Spangler, 2013), dan laju pertumbuhan sapi silangan lebih tinggi dibanding sapi murni (Handley, 2010; Scholtz dan Theunissen, 2010; Bazzi dan Ghazaghi, 2011; Tang *et al.*, 2011).

Hasil penelitian ini pada Tabel 22 juga menunjukkan, bb.730 masing-masing bangsa pada dataran tinggi sangat nyata ( $P < 0,01$ ) lebih tinggi dibanding bb.730 bangsa-bangsa tersebut pada dataran rendah. Dijumpai selisih bb.730 rata-rata tiap bangsa pada dataran tinggi terhadap bb.730 rata-rata bangsa tersebut pada dataran rendah, yaitu untuk sapi B, SB, SBS, dan SBB berturut-turut 50,23; 70,34; 172,10; dan 58,36 kg, yang berarti bb.730 rata-rata tiap genotip pada dataran tinggi untuk sapi B, SB, SBS, dan SBB berturut-turut 13,60; 20,73; 52,07; dan 17,82% lebih tinggi dibanding bb.730 rata-rata bangsa tersebut pada dataran rendah. Terlihat dari data ini bahwa, perubahan ketinggian tempat dari dataran rendah ke dataran tinggi menyebabkan meningkatnya bb.730 masing-masing bangsa dengan persentase peningkatan berbeda-beda. Sapi B mengalami peningkatan paling rendah, dan terjadi peningkatan sangat nyata pada sapi-sapi silangan yang tampak semakin tinggi dengan semakin besarnya porsi sapi Simmental dalam persilangan.

Berkenaan dengan lebih tingginya bb.730 pada sapi dataran tinggi dibanding bb.730 sapi pada dataran rendah, dapat dinyatakan disebabkan oleh kondisi suhu dan kelembaban udara (THI) harian pada dataran tinggi lebih nyaman (*comfortable*) bagi masing-masing bangsa sapi dibanding THI harian rata-rata pada dataran rendah (lih.



Tabel 9), terutama bagi sapi-sapi silangan (SB, SBS, dan SBB) yang memiliki porsi genetik bangsa sapi sub tropis.

Adapun rendahnya bb.730 sapi pada dataran rendah, dapat dinyatakan disebabkan oleh cekaman panas yang dialami, karena sapi yang mengalami cekaman panas menjadi terganggu aktivitas fisiologis pertumbuhannya disebabkan oleh meningkatnya aktivitas respon fisiologis untuk membuang panas tertimbun di dalam tubuh, sehingga penggunaan energy untuk hidup pokok meningkat (N'thonx, 2004), sedangkan asupan pakan menurun (Carrol *et al.*, 2012). Demikian juga, suhu udara yang panas pada dataran rendah dapat menurunkan aktivitas anabolik dan meningkatkan aktivitas katabolik sehingga kinerja produksi menurun (Habeeb, *et al.*, 1994).

Perbedaan tingkat penurunan bb.730 (%) dari dataran tinggi ke dataran rendah antara sapi B, SB, SBS, dan SBB tampak berkaitan dengan perbedaan daya tahan panas (berdasarkan nilai HTC pada Tabel16) antara masing-masing bangsa sapi tersebut pada dataran rendah. Oleh karena itu, sapi B yang dijumpai memiliki daya tahan panas paling tinggi (HTC paling rendah) menunjukkan penurunan bb.730 dengan porsi paling rendah yaitu 13,60%, sedangkan sapi SBS yang dijumpai memiliki daya tahan panas paling rendah (HTC paling tinggi) menunjukkan persentase penurunan paling tinggi (52,07%). Adapun sapi SB yang menunjukkan penurunan 20,73%, tampak tidak berbeda dengan sapi SBB yang menurun 18,20%, hal ini karena nilai HTC kedua bangsa sapi ini diketahui tidak berbeda.

Hasil penelitian ini untuk pengaruh ketinggian tempat terhadap bb.730 sapi Bali dan silangannya dengan Simmental, tampak bersesuaian dengan hasil penelitian faktor yang sama terhadap bb.730 sapi PO dan silangannya dengan sapi Charolis yang dilaporkan Bestart *et al.* (2002), yaitu bb.730 masing-masing bangsa, baik lokal



maupun silangan, dijumpai lebih tinggi pada dataran tinggi dibanding pada dataran rendah. Hasil yang searah juga terlihat dari hasil penelitian faktor yang sama terhadap bb.730 sapi Bali khususnya sebagaimana laporan Martojo (1989), bahwa bb.730 sapi Bali pada dataran tinggi (236,42 kg) lebih tinggi dibanding bb.730 sapi Bali pada dataran rendah (205,98 kg).

Mengenai perbedaan bb.730 antara sapi B, SB, SBS, dan SBB baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi, dapat disimak dengan lebih jelas dari Gambar 15. Berdasarkan hasil Uji Turkey (Lamp, 49), diketahui bahwa terdapat perbedaan bb.730 yang sangat nyata ( $P < 0,01$ ) antara sapi B, SB, SBS, dan SBB baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi, demikian juga, terdapat perbedaan sangat nyata bb.730 masing-masing bangsa sapi tersebut pada dataran rendah dengan bangsa yang sama pada dataran tinggi. Dalam hal ini, pada dataran rendah dijumpai bb.730 sapi Bali murni (B) sangat nyata paling rendah, tetapi meningkat sangat nyata pada silangannya dengan Simmental (SB), silangan balik SB dengan Simmental (SBS), maupun pada silangan balik SB dengan Bali (SBB).

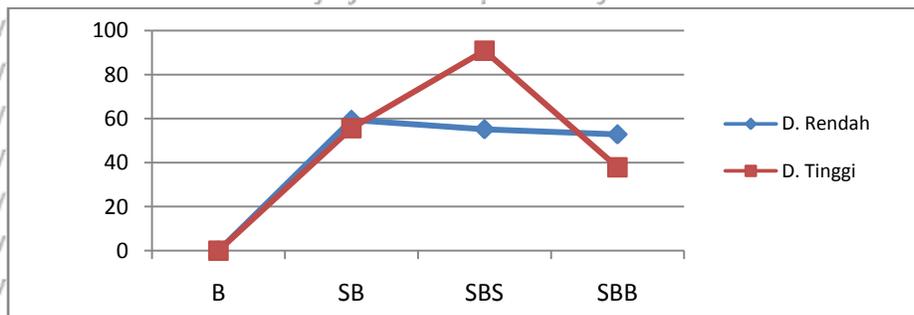
Adapun pada dataran tinggi, sapi B juga menunjukkan bb.730 sangat nyata paling rendah, tetapi meningkat sangat nyata pada silangannya dengan Simmental (SB), dan semakin meningkat ( $P < 0,01$ ) pada silangan balik SB dengan Simmental (SBS); sedangkan pada silangan balik SB x Bali (SBB) dalam lingkungan ini, meskipun menunjukkan bb.730 lebih tinggi dibanding sapi B, namun terlihat masih lebih rendah ( $P < 0,01$ ) dibanding sapi SB dan SBS.

Peningkatan bb.730 pada sapi-sapi silangan terhadap bb.730 sapi Bali murni tersebut, tampak searah dengan hasil penelitian ini mengenai bobot sapih pada Tabel 20. Hal ini karena, hampir 50% bobot dewasa sapi ditentukan oleh bobot badan yang dicapai saat sapih (Everling *et al.*, 2001; Cucco *et al.*, 2009). Proporsi peningkatan



tersebut untuk masing-masing bangsa silangan dipresentasikan secara diagramatik dalam Gambar 15. Data yang diplot ke dalam diagram adalah persentase peningkatan rata-rata bb.730 tiap individu sapi SB, SBS, dan SBB masing-masing terhadap bb.730 sapi B (Lamp.29 dan 30) yang diolah menggunakan persamaan:

$$\frac{\text{bb.730 sapi silangan} - \text{bb.730 sapi Bali murni}}{\text{bb.730 sapi Bali murni}} \times 100\%$$

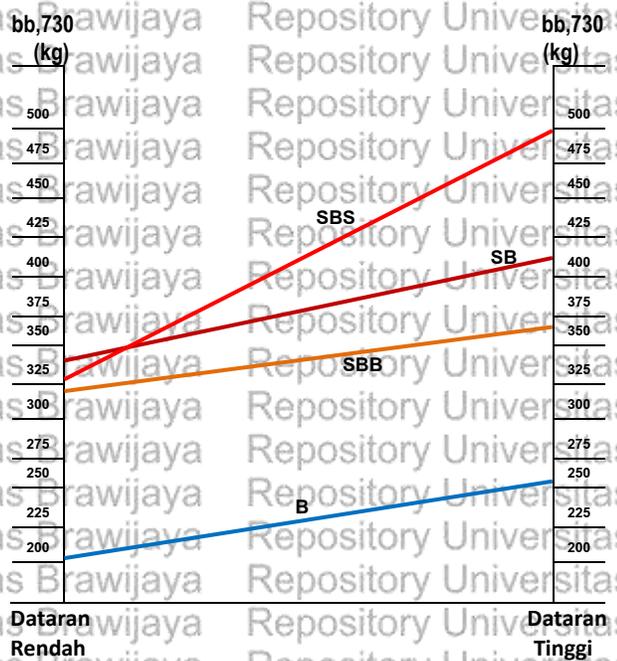


**Gambar 16.** Diagram persentase peningkatan bobot dua tahun (bb.730) rata-rata sapi Silangan B x Simmental (SB), Silangan Balik SB x Simmental (SBS), dan Silangan Balik SB x Bali (SBB) terhadap bb.730 sapi Bali (B), pada ketinggian tempat berbeda.

Berdasarkan diagram pada Gambar 16, diketahui bahwa sapi SBS yang pada dataran rendah menunjukkan persentase peningkatan bobot badan terendah terhadap bb.730 sapi B ( $P < 0,01$ ) dengan rata-rata 55,71%, menjadi paling tinggi ( $P < 0,01$ ) pada dataran tinggi dengan menunjukkan bb.730 rata-rata 90,92% lebih tinggi dibanding bb,730 sapi B. Hal ini menunjukkan, sapi SBS yang memperoleh penurunan sifat produksi sapi Simmental paling tinggi tidak mampu mengekspresikan sifat tersebut secara optimal pada lingkungan dataran rendah, karena dibatasi oleh daya tahan panasnya yang rendah dalam lingkungan ini; tetapi pada dataran tinggi terlihat sapi SBS mampu mengekspresikan potensi sifat produksi yang dimiliki hingga mencapai bb,730 dengan peningkatan 35,75% lebih tinggi dibanding peningkatan bb,730 rata-rata yang mampu dicapai pada dataran rendah.



Adapun sapi SB yang pada dataran rendah menunjukkan bb.730 rata-rata 59,41% lebih tinggi dibanding sapi B, ternyata tidak berbeda ( $P>0,05$ ) dengan capaiannya pada dataran tinggi yang menunjukkan bb.730 rata-rata 55,71% lebih tinggi dibanding bb.730 sapi B, Sapi SBB yang menunjukkan bb.730 rata-rata 52,84% lebih tinggi daripada bb.730 sapi B pada dataran rendah, ternyata menunjukkan ekspresi fenotip lebih rendah pada dataran tinggi dengan bb.730 rata-rata 37,92% lebih tinggi dibanding bb.730 sapi B, Hal ini berarti, kinerja sapi SBB untuk sifat bb.730 adalah lebih baik pada dataran rendah dibanding sapi SB dan SBS, sedangkan sapi SB lebih baik dibanding sapi SBS pada kedua ketinggian tempat.



**Gambar 17.** Diagram interaksi genetik dan lingkungan terhadap bb.730 sapi Bali (B), Silangan B x Simmental (SB), Silangan Balik SB x Simmental (SBS), dan Silangan Balik SB x Bali (SBB).

Gambar 17 menunjukkan, bahwa perubahan ketinggian tempat dari dataran rendah ke dataran tinggi menyebabkan meningkatnya bb.730 masing-masing bangsa,



tetapi dengan porsi peningkatan berbeda-beda, yaitu untuk sapi B, SB, SBS, dan SBB berturut-turut adalah 13,60; 20,73; 52,07; dan 17,82%. Data ini merupakan ekspresi fenotip dari masing-masing genotip terhadap perbedaan ketinggian tempat tersebut.

Menurut Gambar 17, pada dataran rendah, bb.370 sapi-sapi silangan (SB, SBS, dan SBB) terlihat sangat ditentukan oleh efek komplementer keunggulan sifat produksi sapi Simmental dan keunggulan sifat daya tahan panas sapi Bali. Oleh karena itu, pada dataran rendah, sapi SB yang memiliki porsi darah Bali dan Simmental masing-masing 50% menunjukkan bb.730 rata-rata paling tinggi, sedangkan sapi SBB (75% Bali dan 25% Simmental) menunjukkan bb.730 paling rendah dalam lingkungan tersebut. Adapun pada dataran tinggi, bb.730 sapi-sapi silangan tersebut tampak lebih ditentukan oleh keunggulan sifat produksi sapi Simmental, sehingga pada dataran tinggi, bb.730 tertinggi terlihat pada sapi SBS, dan bb.730 sapi SB dalam lingkungan ini lebih tinggi dibanding sapi SBB.

Hasil penelitian ini untuk bb.730 bersesuaian dengan hasil yang dilaporkan Bestart *et al.* (2001), yaitu silangan PO x Charolis (ChiPO = 50% PO dan 50% Charolis) menunjukkan bb.730 lebih tinggi dibanding silangan balik ChiPO x Charolis (25% PO dan 75% Charolis) maupun silangan balik ChiPO x PO (25% Charolis x 75% PO) pada dataran rendah, sedangkan pada dataran tinggi, bb.730 tertinggi dicapai oleh silangan balik ChiPO x Charolis.

### 5.5. Kinerja Pertumbuhan

Kinerja pertumbuhan sapi Bali dan silangannya dengan sapi Simmental pada dataran rendah dan dataran tinggi dalam penelitian ini, dipelajari dengan mengukur konsumsi pakan, konsumsi energy, laju pertumbuhan, dan efisiensi pertumbuhan.

Pengukuran konsumsi pakan, konsumsi energy, dan efisiensi pertumbuhan, masing-



masing diarahkan hanya pada sapi jantan dewasa 730-1.095 hari, sedangkan pengukuran laju pertumbuhan tiap bangsa sapi pada dataran rendah dan dataran tinggi dikelompokkan menurut tingkatan umur dan jenis kelamin. Hasil pengukuran menurut bangsa sapi dan ketinggian tempat dikemukakan dalam Tabel 23 s/d 27.

### 5.5.1. Konsumsi Pakan

Pengukuran konsumsi pakan dalam penelitian ini didasarkan pada jumlah konsumsi bahan kering per hari (kg) tiap individu sapi penelitian jantan dewasa umur 2-3 tahun (730-1.095 hari), dinyatakan sebagai konsumsi bahan kering (KBK) harian rata-rata (kg). Disamping itu, konsumsi bahan kering tiap individu sapi penelitian diperhitungkan berdasarkan bobot badan metabolic, yang kemudian dinyatakan sebagai KBK ( $\text{g/kg W}^{0.75}$ ).

Hasil pengamatan terhadap 82 ekor sapi pada dataran rendah dan 68 ekor sapi pada dataran tinggi yang masing-masing terdiri atas sapi Bali murni (B), silangan B x Simmental (SB), silangan balik SB x Simmental (SBS), dan silangan balik SB x Bali (SBB), dapat disimak dalam Lampiran 33. Adapun konsumsi BK rata-rata menurut bangsa sapi dan ketinggian tempat, dipresentasikan dalam Tabel 23.

Tabel 23. Konsumsi Bahan Kering (KBK) Rata-rata Sapi Bali dan Silangannya dengan Sapi Simmental pada Ketinggian Tempat Berbeda (Data dari Sapi Jantan 2-3 tahun)

No.	Bangsa Sapi	KBK (kg/hari) menurut ketinggian tempat	
		Dataran Rendah (0-100 m dpl.)	Dataran Tinggi (700-1.000 m dpl.)
1.	Sapi Bali (B)	4,92±0,44 <sup>Aa</sup>	5,82±0,45 <sup>Ce</sup>
2.	B x Simmental (SB)	8,07±0,55 <sup>Bb</sup>	10,45±0,66 <sup>Df</sup>
3.	SBx Simmental (SBS)	8,56±0,48 <sup>Bc</sup>	11,48±0,48 <sup>Dg</sup>
4.	SB x Bali (SBB)	7,87±0,32 <sup>Bd</sup>	10,20± 0,33 <sup>Df</sup>

Keterangan: <sup>a,b,c,d</sup> pada baris maupun kolom yang sama menunjukkan  $P < 0,05$   
<sup>A,B,C,D</sup> pada baris maupun kolom yang sama menunjukkan  $P < 0,01$



Tabel 23 menunjukkan, KBK rata-rata tiap bangsa sapi pada dataran tinggi sangat nyata ( $P < 0,01$ ) lebih tinggi dibanding KBK rata-rata tiap bangsa tersebut pada dataran rendah. Hal ini erat kaitannya dengan hasil penelitian ini mengenai respon fisiologis terhadap perbedaan ketinggian tempat tersebut (lih. Tabel 16) yang menunjukkan, frekuensi respirasi masing-masing bangsa sapi pada dataran tinggi sangat nyata lebih rendah dibanding pada dataran rendah, yang berarti lingkungan dataran tinggi lebih nyaman (*comfortable*) bagi masing-masing bangsa sapi tersebut untuk berproduksi dibanding lingkungan dataran rendah. Disamping itu, suhu lingkungan yang lebih rendah dan relatif dingin pada dataran tinggi, merangsang pusat lapar (*apptite center*) sehingga mendorong keinginan makan (Young, 1995; Hahn, 1999; Ramdani, 2008), dengan demikian, memacu meningkatnya konsumsi pakan (Young dan Degen, 1991; Vermorel, 1997; dan Le Devidich *et al.*, 1994).

Adapun rendahnya KBK rata-rata sapi penelitian pada dataran rendah, dapat dinyatakan disebabkan oleh tingginya suhu udara lingkungan sehingga sapi mengalami cekaman panas, sesuai data respon fisiologis dan status hematologi yang ditunjukkan. Lunn (2012) melaporkan, cekaman panas dapat menurunkan asupan bahan kering sampai 50% pada sapi potong. Sapi yang mengalami cekaman panas, secara fisiologis, cenderung mengurangi asupan pakan untuk menekan peningkatan panas metabolik (Esmey, 1999; Ames dan Brink, 1997; Preston dan Leng, 1997; Carrol *et al.*, 2012). Menurut Habeeb *et al.* (1994), Beatty *et al.* (2006), dan Ramdani (2008), reaksi paling penting dari sapi yang berada pada lingkungan panas adalah mengurangi asupan pakan, karena suhu lingkungan yang tinggi merangsang reseptor panas bagian perifer untuk mengirim impuls syaraf penghambat selera makan ke pusat lapar di hipotalamus.



Temuan lebih tingginya KBK sapi pada dataran tinggi dibanding KBK sapi pada dataran rendah dalam penelitian ini, bersesuaian dengan hasil penelitian factor yang sama terhadap KBK sapi dewasa PO dan silangannya dengan sapi Simmental dan Charolis menurut laporan Bestart *et al.* (2001). Demikian pula untuk penelitian pada sapi Bali khususnya, hasil penelitian ini tampak bersesuaian dengan hasil yang dilaporkan Dwipa *et al.* (2003) dan Martojo (2002).

Hasil penelitian ini pada Tabel 23 juga menunjukkan, terdapat perbedaan KBK yang sangat nyata ( $P < 0,01$ ) antara sapi B, SB, SBS, dan SBB baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi, demikian juga, terdapat perbedaan sangat nyata KBK masing-masing genotip tersebut pada dataran rendah dengan genotip yang sama pada dataran tinggi. KBK sapi Bali murni (B) sangat nyata paling rendah, tetapi meningkat sangat nyata pada silangannya dengan Simmental (SB), silangan balik SB dengan Simmental (SBS), maupun pada silangan balik SB dengan Bali (SBB). Adapun pada dataran tinggi, sapi B juga menunjukkan KBK sangat nyata paling rendah, tetapi meningkat sangat nyata pada silangannya dengan Simmental (SB), dan semakin meningkat ( $P < 0,01$ ) pada silangan balik SB dengan Simmental (SBS); sedangkan silangan balik SB x Bali (SBB) dalam lingkungan ini, menunjukkan KBK tidak berbeda ( $P > 0,05$ ) dengan sapi SB.

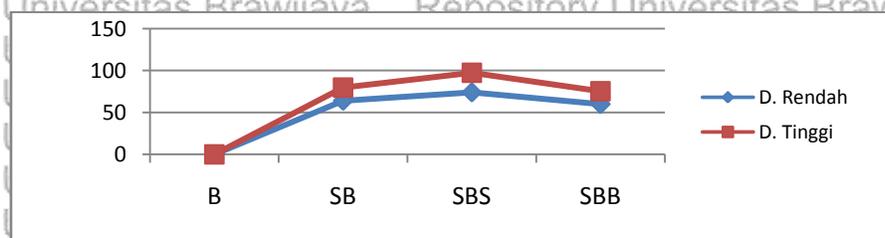
Adanya perbedaan KBK antara sapi B, SB, SBS, dan SBB berkaitan erat dengan perbedaan bobot badan antara bangsa-bangsa sapi tersebut. Sebagaimana diketahui bahwa, perbedaan bobot badan sangat berpengaruh terhadap konsumsi bahan kering (Sumaryadi, 1995; deHasn, 2009; dan Ashari, 2013), karena ternak dengan bobot badan yang lebih tinggi mempunyai kebutuhan terhadap bahan kering lebih tinggi (Church dan Pond, 1998; Hahn, 1995; Widhiastuti, 2009). Perbedaan



bobot badan antara bangsa-bangsa sapi sangat erat kaitannya dengan perbedaan ukuran tubuh, termasuk perbedaan ukuran kapasitas alat pencernaan (N'krumah *et al.*, 2007), sehingga bangsa sapi dengan ukuran tubuh lebih besar mengkonsumsi bahan kering lebih banyak karena kapasitas alat pencernaannya lebih besar (Widiastuti, 2009; de Carvalho *et al.*, 2010; dan Ashari, 2013).

Peningkatan KBK pada sapi-sapi silangan terhadap KBK sapi Bali murni, dipresentasikan dalam Gambar 18. Data yang diplot ke dalam diagram adalah persentase peningkatan rata-rata KBK tiap individu sapi SB, SBS, dan SBB masing-masing terhadap KBK sapi B yang diolah menggunakan persamaan:

$$\frac{\text{KBK sapi silangan} - \text{KBK sapi Bali murni}}{\text{KBK sapi Bali murni}} \times 100\%$$



**Gambar 18.** Diagram persentase peningkatan KBK rata-rata sapi dewasa 2-3 tahun antara sapi Silangan B x Simmental (SB), Silangan Balik SB x Simmental (SBS), dan Silangan Balik SB x Bali (SBB) terhadap KBKH sapi Bali (B), pada ketinggian tempat berbeda.

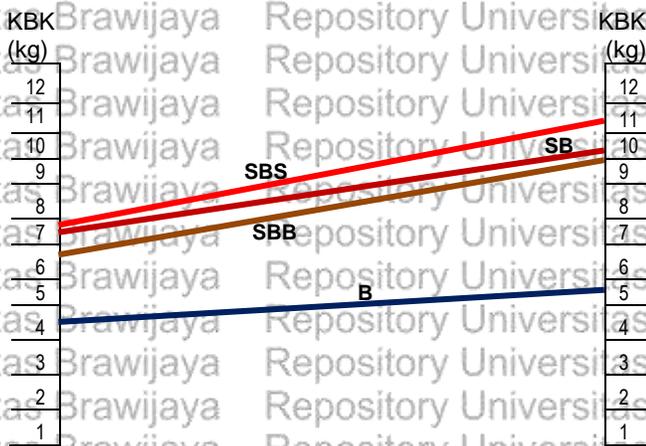
Berdasarkan diagram pada Gambar 18, diketahui bahwa pada dataran rendah, sapi SBS yang menunjukkan KBK rata-rata 3,64 kg (73,98%) lebih tinggi dibanding KBK sapi B merupakan sapi silangan dengan persentase peningkatan KBK tertinggi terhadap KBK sapi B, dibanding dengan sapi SB yang menunjukkan KBK rata-rata 3,15 kg (64,02%) lebih tinggi dibanding KBK sapi B, dan sapi SBB yang dalam lingkungan ini menunjukkan KBK rata-rata 2,95 kg (59,96%) lebih tinggi dibanding sapi B merupakan sapi silangan dengan peningkatan KBK terhadap sapi B paling rendah.

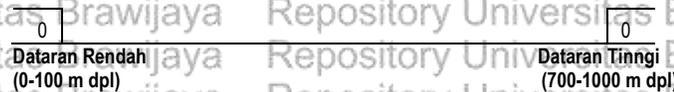


Adapun pada dataran tinggi, peningkatan KBK masing-masing sapi silangan terhadap KBK sapi B, adalah 4,63; 5,66; dan 4,38 kg berturut-turut untuk sapi SB, SBS, dan SBB, yang berarti KBK sapi SB, SBS, dan SBB berturut-turut 79,55; 97,25; dan 75,26% lebih tinggi dibanding KBK sapi B.

Persentase peningkatan KBK sapi-sapi silangan terhadap KBK sapi Bali pada dataran rendah maupun dataran tinggi, adalah semakin tinggi pada sapi dengan proporsi genetik sapi Simmental yang lebih tinggi. Hal ini berarti, porsi peningkatan KBK sapi-sapi silangan tersebut terhadap KBK sapi B pada kedua ketinggian tempat, lebih ditentukan oleh ukuran dan bobot badan masing-masing genotip terkait peran genetic sapi Simmental terhadap karakteristik produksi silangannya.

Perbedaan KBK antara sapi B, SB, SBS, dan SBB pada dataran rendah, menunjukkan pola yang berbeda dengan perbedaan KBK antara bangsa-bangsa sapi tersebut pada dataran tinggi. Oleh karena itu, hasil analisis interaksi antara faktor faktor dalam penelitian ini menunjukkan, terdapat interaksi ( $P < 0,01$ ) genetik dan lingkungan (ketinggian tempat) terhadap KBK sapi Bali dan silangannya dengan sapi Simmental, yang berarti, pengaruh ketinggian tempat terhadap KBK adalah bervariasi antara sapi B, SB, SBS, maupun SBB pada masing-masing lokasi. Interaksi kedua faktor terhadap KBK dipresentasikan dalam Gambar 19.





**Gambar 19.** Diagram interaksi genetik dan lingkungan terhadap konsumsi bahan kering (KBK) sapi jantan 2-3 tahun Sapi Bali (B), Silangan B x Simmental (SB), Silangan Balik SB x Simmental (SBS), dan Silangan Balik SB x Bali (SBB)

Gambar 19 menunjukkan, bahwa masing-masing bangsa menunjukkan ekspresi yang berbeda-beda terhadap perubahan ketinggian tempat dari dataran rendah ke dataran tinggi. Terlihat bahwa perubahan ketinggian tempat dari dataran rendah ke dataran tinggi menyebabkan meningkatnya KBK masing-masing bangsa, tetapi dengan porsi peningkatan berbeda-beda, yaitu untuk sapi B, SB, SBS, dan SBB berturut-turut adalah 18,29; 29,50; 34,11; dan 29,61%.

Menurut data tersebut, sapi SBS mengalami peningkatan KBK paling tinggi ( $P < 0,01$ ) karena, disamping memiliki bobot badan paling tinggi, sapi SBS juga menunjukkan perubahan respon fisiologis paling tinggi sebagaimana terlihat dari nilai HTC yang menurun dari 3,30 pada dataran rendah menjadi 1,74 pada dataran tinggi (lih. Tabel 16). Adapun sapi SB dan SBB yang diketahui menunjukkan HTC pada dataran tinggi tidak berbeda, ternyata kedua genotip ini juga menunjukkan peningkatan KBK pada dataran tinggi tidak berbeda ( $P > 0,05$ ). Sedangkan sapi B, karena memiliki bobot badan paling rendah dan HTC paling rendah maka terlihat mengalami peningkatan KBK paling rendah ( $P < 0,01$ ) di dataran tinggi. Berdasarkan hal tersebut dapat dinyatakan, bahwa KBK sapi-sapi silangan (SB, SBS, dan SBB) pada dataran rendah sangat ditentukan oleh efek komplementer sifat produksi sapi Simmental dan sifat daya tahan panas sapi Bali, sedangkan pada dataran tinggi, KBK sapi-sapi silangan tersebut tampak lebih ditentukan oleh keunggulan sifat produksi sapi Simmental.



### 5.5.2. Konsumsi Energi

Kriteria konsumsi energi dalam penelitian ini didasarkan pada total nutrisi yang dapat dicerna (TDN, kg) dari bahan kering pakan (kg) yang dikonsumsi tiap individu sapi penelitian jantan dewasa umur 2-3 tahun (730-1.095 hari), dinyatakan sebagai konsumsi TDN rata-rata (KTDN, kg). Hasil pengamatan terhadap 82 ekor sapi pada dataran rendah dan 68 ekor sapi pada dataran tinggi yang masing-masing terdiri atas sapi Bali murni (B), silangan B x Simmental (SB), silangan balik SB x Simmental (SBS), dan silangan balik SB x Bali (SBB), dapat disimak dalam Lampiran 34. Adapun KE rata-rata menurut genotip dan ketinggian tempat, dipresentasikan dalam Tabel 24.

Data konsumsi TDN (KTDN) dalam Tabel 24 berkaitan secara langsung dengan data konsumsi bahan kering (KBK) dalam Tabel 23. Oleh karena itu, setiap hasil yang diperoleh menyangkut konsumsi TDN dalam penelitian ini, dapat dikaitkan dengan hasil penelitian ini mengenai konsumsi bahan kering.

Tabel 24. Konsumsi TDN (KTDN) Rata-rata Sapi Bali dan Silangannya dengan Sapi Simmental pada Ketinggian Tempat Berbeda (Data dari sapi jantan 2-3 tahun)

No.	Bangsa Sapi	KTDN (kg) menurut ketinggian tempat	
		Dataran Rendah (0-100 m dpl.)	Dataran Tinggi (700-1.000 m dpl.)
1.	Sapi Bali (B)	2,64±0,24 <sup>Aa</sup>	2,90±0,22 <sup>Aa</sup>
2.	B x Simmental (SB)	4,24±0,30 <sup>Bb</sup>	5,57±0,53 <sup>Ce</sup>
3.	SBx Simmental (SBS)	4,57±0,26 <sup>Bc</sup>	6,32±0,26 <sup>Cf</sup>
4.	SB x Bali (SBB)	4,05±0,17 <sup>Bd</sup>	5,43±0,17 <sup>Ce</sup>

Keterangan: <sup>a,b,c,d</sup> pada baris maupun kolom yang sama menunjukkan  $P < 0,05$   
<sup>A,B,C,D</sup> pada baris maupun kolom yang sama menunjukkan  $P < 0,01$

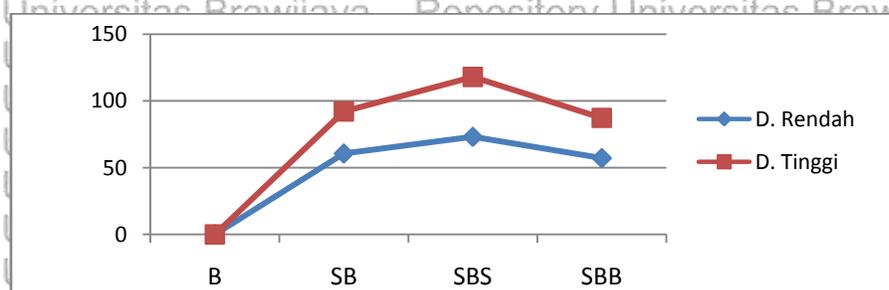
Hasil penelitian ini dalam Tabel 24 menunjukkan, KTDN rata-rata tiap bangsa sapi pada dataran tinggi sangat nyata ( $P < 0,01$ ) lebih tinggi dibanding KTDN rata-rata tiap bangsa sapi tersebut pada dataran rendah. Hal ini karena masing-masing bangsa



sapi tersebut pada dataran tinggi mengkonsumsi bahan KTDNring lebih banyak dibanding pada dataran rendah, sesuai hasil penelitian ini dalam Tabel 23.

Tabel 24 juga menunjukkan, KTDN sapi B sangat nyata lebih rendah dibanding KTDNH sapi-sapi silangan, baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi. Demikian pula, terdapat perbedaan KTDN ( $P < 0,05$ ) antara sapi-sapi silangan (SB, SBS, dan SBB), baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi, dan, terdapat perbedaan sangat nyata KTDN masing-masing bangsa sapi tersebut pada dataran rendah dengan bangsa sapi yang sama pada dataran tinggi.

Peningkatan KTDN pada sapi-sapi silangan terhadap KTDN sapi Bali murni, dipresentasikan dalam Gambar 20. Data yang diplot dalam diagram adalah persentase peningkatan rata-rata KTDN tiap individu sapi SB, SBS, dan SBB masing-masing terhadap KTDN sapi B.



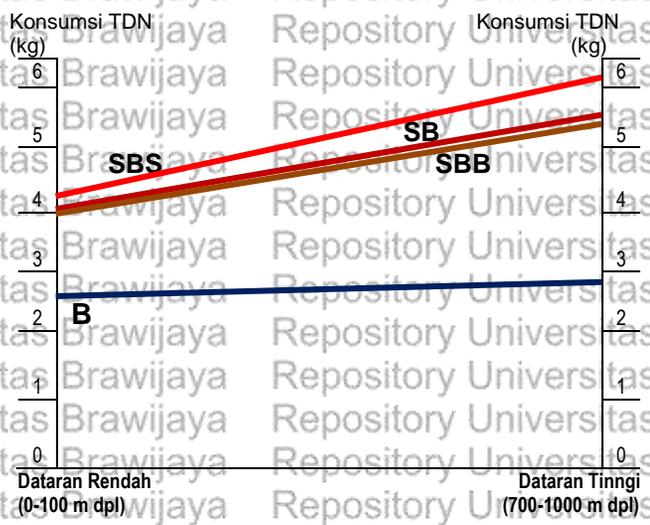
**Gambar 20.** Diagram persentase peningkatan konsumsi energi harian (KTDN) rata-rata sapi dewasa 2-3 tahun antara sapi Silangan B x Simmental (SB), Silangan Balik SB x Simmental (SBS), dan Silangan Balik SB x Bali (SBB) terhadap KBKH sapi Bali (B), pada ketinggian tempat berbeda.

Berdasarkan diagram pada Gambar 20, diketahui bahwa pada dataran rendah, sapi SBS yang menunjukkan KTDN rata-rata 1,93 kg (73,10%) lebih tinggi dibanding KTDN sapi B merupakan sapi silangan dengan persentase peningkatan KTDN tertinggi terhadap KTDN sapi B, dibanding dengan sapi SB yang menunjukkan KTDN rata-rata 1,60 kg (60,60%) lebih tinggi dibanding KTDN sapi B, juga sapi SBB yang



dalam lingkungan ini menunjukkan KTDN rata-rata 1,51kg (57,19 %) lebih tinggi dibanding sapi B dan merupakan sapi silangan dengan peningkatan KTDN terhadap sapi B paling rendah. Adapun pada dataran tinggi, peningkatan KTDN masing-masing sapi silangan terhadap KTDN sapi B, adalah 2,67; 3,42; dan 2,53 kg berturut-turut untuk sapi SB, SBS, dan SBB, yang berarti KTDN sapi SB, SBS, dan SBB berturut-turut 92,07; 117,93; dan 87,24% lebih tinggi dibanding KTDN sapi B.

Berdasarkan data di atas, diketahui bahwa perbedaan KTDN antara sapi B, SB, SBS, dan SBB pada dataran rendah, menunjukkan pola yang berbeda dengan perbedaan KTDN antara bangsa-bangsa sapi tersebut pada dataran tinggi. Oleh karena itu, hasil analisis interaksi antara faktor-faktor dalam penelitian ini menunjukkan, terdapat interaksi ( $P < 0,01$ ) genetik dan lingkungan (ketinggian tempat) terhadap KTDN sapi Bali dan silangannya dengan sapi Simmental, yang berarti, pengaruh ketinggian tempat terhadap KTDN adalah bervariasi antara sapi B, SB, SBS, maupun SBB pada masing-masing ketinggian tempat. Interaksi kedua faktor terhadap KTDN dipresentasikan dalam Gambar 21.



**Gambar 21.** Diagram interaksi genetik dan lingkungan terhadap konsumsi TDN sapi jantan 2-3 tahun Sapi Bali (B) Silangan B x Simmental (SB), Silangan Balik SB x



Simmental (SBS), dan Silangan Balik SB x Bali (SBB)

Terlihat dalam Gambar 21, bahwa perubahan ketinggian tempat dari dataran rendah ke dataran tinggi menyebabkan meningkatnya KTDN masing-masing bangsa sapi, tetapi dengan porsi peningkatan berbeda-beda, yaitu untuk sapi B, SB, SBS, dan SBB berturut-turut adalah 0,26; 1,33; 1,75; dan 1,28 kg, yang berarti KTDN masing-masing bangsa sapi pada dataran tinggi untuk sapi B, SB, SBS, dan SBB berturut-turut 9,85; 31,38; 38,29; dan 30,84% lebih tinggi dibanding KTDN masing-masing bangsa sapi tersebut pada dataran rendah.

Berdasarkan data tersebut, sapi SBS mengalami peningkatan KTDN paling tinggi ( $P < 0,01$ ) karena diketahui, sapi SBS menunjukkan peningkatan konsumsi bahan kering paling tinggi sehubungan dengan perubahan ketinggian tempat dari dataran rendah ke dataran tinggi, disamping itu, sapi SBS memiliki bobot badan paling tinggi dan menunjukkan perubahan respon fisiologis paling tinggi sebagaimana terlihat dari nilai HTC yang menurun dari 3,30 pada dataran rendah menjadi 1,74 pada dataran tinggi (lih. Tabel 16). Adapun sapi SB dan SBB yang diketahui menunjukkan HTC pada dataran tinggi tidak berbeda, ternyata kedua genotip ini juga menunjukkan peningkatan KTDN pada dataran tinggi tidak berbeda ( $P > 0,05$ ). Sedangkan sapi B, karena memiliki bobot badan paling rendah dan dayatahan panas paling tinggi (HTC paling rendah) maka terlihat mengalami peningkatan KTDN paling rendah ( $P < 0,01$ ).

### 5.5.3. Laju Pertumbuhan

Ukuran laju pertumbuhan yang digunakan dalam penelitian ini, adalah pertambahan bobot badan yang dicapai tiap individu dalam satu satuan waktu yang dinyatakan sebagai pertambahan bobot badan harian rata-rata (PBBH, kg). Angka PBBH yang semakin tinggi menunjukkan laju pertumbuhan yang tinggi (cepat).



Hasil pengukuran laju pertumbuhan dewasa tiap individu dari 205 ekor sapi dewasa pada dataran rendah dan 194 ekor pada dataran tinggi yang masing-masing terdiri atas sapi Bali murni (B), silangan B x Simmental (SB), silangan balik SB x Simmental (SBS), dan silangan balik SB x Bali (SBB), selengkapnya dapat disimak dalam Lampiran 31 dan 32. Adapun pertambahan bobot badan harian rata-rata (PBBH) dewasa tiap genotip pada masing-masing ketinggian tempat dipresentasikan dalam Tabel 25.

Tabel 25. Pertambahan Bobot Badan Harian (PBBH) Rata-Rata Sapi Dewasa Umur 2-3 tahun untuk Sapi Bali dan Silangannya dengan Sapi Simmental pada Ketinggian Tempat Berbeda

No	Bangsa Sapi	Jenis Kelamin	PBBH (kg) menurut ketinggian tempat	
			Dataran Rendah (0-100 m dpl.)	Dataran Tinggi (700-1.000 m dpl.)
1.	Sapi Bali (B)	Jantan	0,296±0,056 <sup>Aa</sup>	0,348±0,102 <sup>Cg</sup>
		Betina	0,242±0,029 <sup>Ab</sup>	0,304±0,076 <sup>Ch</sup>
2.	B x Simmental (SB)	Jantan	0,406±0,099 <sup>Bc</sup>	0,507±0,115 <sup>Di</sup>
		Betina	0,362±0,082 <sup>Bd</sup>	0,455±0,063 <sup>Dj</sup>
3.	SB x Simmental (SBS)	Jantan	0,412±0,038 <sup>Bc</sup>	0,632±0,076 <sup>Ek</sup>
		Betina	0,390±0,058 <sup>Bc</sup>	0,586±0,116 <sup>Ei</sup>
4.	SB x Bali (SBB)	Jantan	0,381±0,069 <sup>Be</sup>	0,441±0,077 <sup>Fm</sup>
		Betina	0,341±0,059 <sup>Bf</sup>	0,358±0,106 <sup>Bn</sup>

Keterangan: <sup>a,b,c</sup> pada baris maupun kolom sama menunjukkan P<0,05  
<sup>A,B,C</sup> pada baris maupun kolom sama menunjukkan P<0,01

Hasil penelitian PBBH dewasa pada Tabel 25 menunjukkan, bobot badan sapi jantan sangat nyata lebih tinggi (P<0,01) dibanding bobot badan sapi betina untuk masing-masing bangsa sapi, baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi. Demikian juga, masing-masing bangsa sapi pada dataran tinggi menunjukkan bobot badan sangat nyata lebih tinggi dibanding bobot badan masing-masing bangsa sapi



tersebut pada dataran rendah, dan terlihat perbedaan bobot badan yang sangat nyata antara bangsa-bangsa sapi tersebut, baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi.

Mengenai perbedaan PBBH dewasa antara jantan dan betina untuk masing-masing bangsa sapi pada dataran rendah dan dataran tinggi, dianalisis lebih lanjut dengan memperhitungkan persentase selisih PBBH dewasa sapi jantan terhadap PBBH dewasa sapi betina sebagaimana dilakukan pada parameter kinerja produksi lainnya dalam penelitian ini. Selisih PBBH dewasa antara sapi jantan dan betina bervariasi antara sapi B, SB, SBS, dan SBB, baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi. Selisih tersebut secara keseluruhan berkisar 0,022-0,054 kg, yang berarti, sapi jantan dalam penelitian ini mempunyai PBBH dewasa berkisar 5,64-22,31% lebih tinggi dibanding PBBH sapi betina, tergantung bangsa sapi dan ketinggian tempat. Kisaran tersebut hampir sama dengan kisaran persentase selisih jantan-betina sapi lepas sapih (5,28-19,67%), tetapi lebih sempit dibanding kisaran persentase selisih jantan-betina pedet pra sapih (8,45-33,84%).

Selisih PBBH dewasa antara sapi jantan dan betina pada dataran rendah untuk sapi B, SB, SBS, dan SBB berturut-turut 0,054; 0,044; 0,022; dan 0,040 kg, dan berturut-turut 0,044; 0,052; 0,046; dan 0,053 kg pada dataran tinggi. Hal ini berarti, pada dataran rendah, PBBH dewasa sapi jantan untuk sapi B, SB, SBS, dan SBB adalah berturut-turut 22,31; 12,15; 5,64; dan 11,73% lebih tinggi dibanding PBBH dewasa sapi betina, dan pada dataran tinggi PBBH dewasa sapi jantan untuk sapi B, SB, SBS, dan SBB adalah berturut-turut 14,47; 11,43; 7,85; dan 13,66% lebih tinggi dibanding PBBH dewasa sapi betina. Pada dataran rendah, sapi SBS menunjukkan persentase selisih PBBH dewasa jantan-betina paling rendah, meningkat berturut-turut pada sapi SBB, SB, dan tertinggi pada sapi B. Adapun pada



dataran tinggi, terlihat persentase selisih PBBH dewasa jantan-betina sapi SBB justru paling tinggi, kemudian menurun pada sapi B yang tidak berbeda dengan SB, dan terendah pada sapi SBS. Perbedaan tersebut tampaknya berkaitan dengan adanya interaksi antara jenis kelamin dan bangsa sapi, juga antara jenis kelamin dan ketinggian tempat terhadap PBBH dewasa, sesuai hasil analisis interaksi antara faktor-faktor untuk PBBH dewasa dalam Lampiran 49.

Hasil penelitian ini pada Tabel 25 juga menunjukkan, PBBH dewasa masing-masing bangsa sapi pada dataran tinggi sangat nyata ( $P < 0,01$ ) lebih tinggi dibanding PBBH dewasa bangsa-bangsa sapi tersebut pada dataran rendah. Hal ini sama dengan temuan pada parameter-parameter kinerja produksi lainnya dalam penelitian ini.

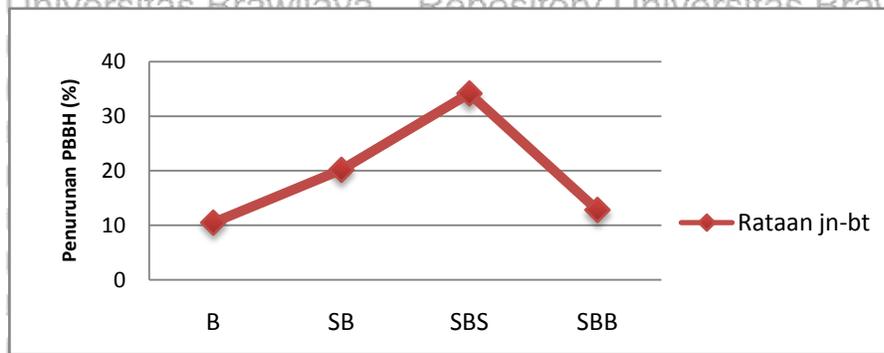
Berdasarkan data pada Lampiran 31 dan 32, dijumpai selisih PBBH dewasa rata-rata tiap bangsa sapi pada dataran tinggi terhadap PBBH dewasa rata-rata bangsa sapi tersebut pada dataran rendah, yaitu untuk sapi B, SB, SBS, dan SBB berturut-turut 0,070; 0,097; 0,208; dan 0,053 kg, yang berarti PBBH dewasa rata-rata tiap bangsa sapi pada dataran tinggi untuk sapi B, SB, SBS, dan SBB adalah berturut-turut 16,15; 25,28; 51,85; dan 14,76% lebih tinggi dibanding PBBH dewasa rata-rata bangsa sapi tersebut pada dataran rendah. Terlihat dari data ini bahwa, perubahan ketinggian tempat dari dataran rendah ke dataran tinggi menyebabkan meningkatnya PBBH dewasa masing-masing bangsa sapi dengan persentase peningkatan berbeda-beda. Sapi B mengalami peningkatan paling rendah, dan terjadi peningkatan sangat nyata pada sapi-sapi silangan yang tampak semakin tinggi dengan semakin besarnya proporsi sapi Simmental dalam persilangan.

Temuan lebih tingginya PBBH dewasa pada sapi dataran tinggi dibanding PBBH dewasa sapi pada dataran rendah, semakin menguatkan temuan penelitian ini



untuk parameter-parameter kinerja produksi lainnya, bahwa lebih tingginya bobot badan masing-masing bangsa sapi pada dataran tinggi dibanding pada dataran rendah disebabkan kondisi suhu dan kelembaban udara (THI) harian pada dataran tinggi lebih nyaman (*comfortable*) bagi masing-masing bangsa sapi dibanding THI harian rata-rata pada dataran rendah (lih. Tabel 14), terutama bagi sapi-sapi silangan (SB, SBS, dan SBB) yang memiliki proporsi gen bangsa sapi sub tropis. Hasil yang searah, dijumpai dalam penelitian pada domba (Yurmiati, 1991), juga pada sapi Angus (Williams *et al.*, 2012).

Penurunan laju pertumbuhan sebagai respon terhadap kondisi lingkungan (THI) yang kurang menguntungkan pada dataran rendah, menunjukkan porsi (persentase) yang berbeda antara sapi B, SB, SBS, dan SBB, baik untuk sapi jantan maupun betina. Perbedaan tersebut dijelaskan dalam Gambar 22, untuk PBBH dewasa rata-rata jantan-betina.



**Gambar 22.** Diagram porsi (%) penurunan PBBH dewasa rata-rata sapi Bali (B), silangan B x Simmental (SB), silangan balik SB x Simmental (SBS), dan silangan balik SB x Bali (SBB) dari dataran tinggi ke dataran rendah.

Terlihat pada Gambar 22, porsi penurunan PBBH dewasa sehubungan dengan perubahan tinggi tempat dari dataran tinggi ke dataran rendah, untuk masing-masing bangsa sapi, berbeda-beda antara sapi B, SB, SBS, dan SBB.



Perbedaan ini tampaknya berkaitan dengan perbedaan daya tahan panas (berdasarkan nilai HTC pada Tabel 14) antara masing-masing bangsa sapi tersebut pada dataran rendah. Oleh karena itu, sapi B yang dijumpai memiliki daya tahan panas paling tinggi (HTC paling rendah) menunjukkan penurunan PBBH dewasa dengan porsi paling rendah (10,48%), sedangkan sapi SBS yang dijumpai memiliki daya tahan panas paling rendah (HTC paling tinggi) menunjukkan persentase penurunan paling tinggi (34,15%). Adapun sapi SB tampak mengalami penurunan lebih tinggi (20,17%) dibanding sapi SBB (12,80%), meskipun nilai HTC kedua genotip ini diketahui tidak berbeda.

Mengenai perbedaan PBBH dewasa antara sapi B, SB, SBS, dan SBB baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi, dapat disimak dengan lebih jelas dari Gambar 20. Berdasarkan hasil Uji Turkey diketahui bahwa terdapat perbedaan PBBH dewasa yang sangat nyata ( $P < 0,01$ ) antara sapi B dengan SB, SBS, dan SBB baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi, demikian juga, terdapat perbedaan sangat nyata PBBH dewasa masing-masing genotip tersebut pada dataran rendah dengan genotip yang sama pada dataran tinggi. Dalam hal ini, pada dataran rendah dijumpai PBBH dewasa sapi Bali murni (B) sangat nyata paling rendah, tetapi meningkat pada SB ( $P < 0,01$ ), SBS ( $P < 0,01$ ), dan SBB ( $P < 0,05$ ).

Adapun pada dataran tinggi, sapi B juga menunjukkan PBBH dewasa sangat nyata paling rendah, tetapi meningkat sangat nyata pada silangannya dengan Simmental (SB), dan semakin meningkat ( $P < 0,01$ ) pada silangan balik SB dengan Simmental (SBS); sedangkan pada silangan balik SB x Bali (SBB) dalam lingkungan ini, meskipun menunjukkan PBBH dewasa lebih tinggi dibanding sapi B, namun terlihat masih lebih rendah ( $P < 0,01$ ) dibanding sapi SB dan SBS.

Peningkatan PBBH dewasa pada sapi-sapi silangan terhadap PBBH dewasa



sapi Bali murni, dipresentasikan dalam Gambar 23. Data yang diplot adalah persentase peningkatan rata-rata PBBH dewasa sapi SB, SBS, dan SBB masing-masing terhadap PBBH dewasa sapi B yang diolah menggunakan persamaan:

$$\frac{\text{PBBH sapi silangan} - \text{PBBH sapi Bali murni}}{\text{PBBH dewasa sapi Bali murni}} \times 100\%$$



**Gambar 23.** Diagram persentase peningkatan PBBH dewasa rata-rata sapi Silangan B x Simmental (SB), Silangan Balik SB x Simmental (SBS), dan Silangan Balik SB x Bali (SBB) terhadap PBBH dewasa sapi Bali (B), pada dataran rendah dan dataran tinggi.

Berdasarkan diagram pada Gambar 23, diketahui bahwa pada dataran rendah, sapi SBS yang menunjukkan PBBH dewasa rata-rata 0,132 kg (49,07%) lebih tinggi dibanding sapi B merupakan sapi silangan dengan persentase peningkatan PBBH tertinggi terhadap PBBH sapi B, dan terlihat berbeda dengan sapi SB yang menunjukkan PBBH dewasa rata-rata 0,115 kg (42,75%) lebih tinggi dibanding PBBH dewasa sapi B. Sapi SBB dalam lingkungan ini menunjukkan PBBH dewasa rata-rata 0,092 kg (34,20%) lebih tinggi dibanding sapi B sehingga merupakan sapi silangan dengan peningkatan PBBH dewasa terhadap sapi B paling rendah.

Adapun pada dataran tinggi, peningkatan PBBH dewasa masing-masing sapi



silangan terhadap PBBH dewasa sapi B, adalah 0,155; 0,283; dan 0,088 kg berturut-turut untuk sapi SB, SBS, dan SBB, yang berarti PBBH dewasa sapi SB, SBS, dan SBB berturut-turut 47,55; 86,81; dan 26,99% lebih tinggi dibanding PBBH dewas sapi B. Data ini menunjukkan, bahwa baik pada dataran rendah maupun pada dataran tinggi, persentase peningkatan PBBH dewasa sapi-sapi silangan terhadap PBBH dewasa sapi Bali adalah semakin tinggi pada genotip dengan proporsi genetik sapi Simmental yang lebih tinggi.

Secara keseluruhan, dapat dinyatakan, kemampuan adaptasi terhadap lingkungan dataran rendah sudah mulai terlihat pada sapi-sapi silangan umur 2-3 tahun, terutama sapi SBS yang memperoleh penurunan sifat produksi sapi Simmental paling tinggi, karenagenotip ini mulai mampu mengekspresikan sifat tersebut pada lingkungan dataran rendah, lebih baik dibanding sapi SBS umur 2 tahun maupun umur 1 tahun.

Terlihat dalam Gambar 23, bahwa perbedaan PBBH dewasa antara sapi B, SB, SBS, dan SBB pada dataran rendah, menunjukkan pola yang berbeda dengan perbedaan PBBH dewasa antara bangsa-bangsa sapi tersebut pada dataran tinggi.

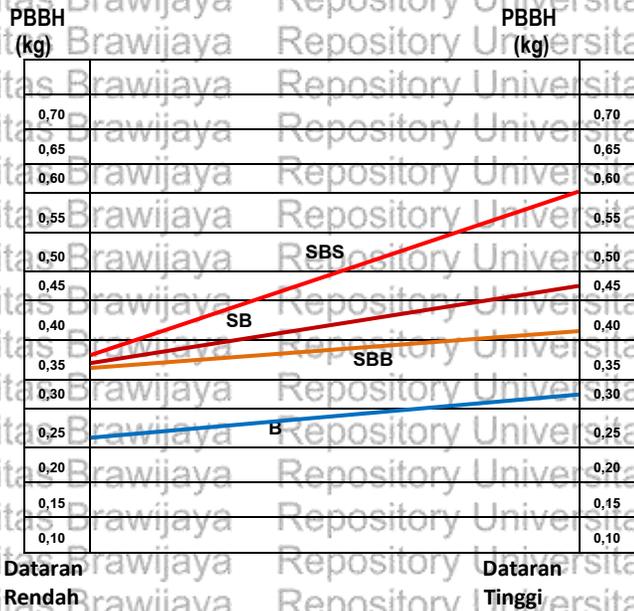
Sapi SB dan SBS menunjukkan laju pertumbuhan yang hampir sama pada dataran rendah, tetapi pada dataran tinggi masing-masing bangsa sapi ini menunjukkan pertumbuhan sangat berbeda satu dengan lainnya. Hal ini karena sapi SB dan SBS memiliki darah Simmental (*Bos Taurus*) dengan proporsi berbeda, yang karena itu respon pertumbuhannya terhadap kondisi THI pada dataran tinggi yang *comfortable* untuk bangsa sapi turunan *Bos taurus* menjadi berbeda. Sebaliknya, karena merupakan sapi silangan *Bos taurus*, maka sapi SB dan SBS menjadi terbatas kemampuan berproduksinya pada lingkungan dataran rendah yang relatif panas.

Keadaan ini tampak erat kaitannya dengan temuan Hahn (1994), bahwa sapi-sapi



silangan *Bos taurus* mulai menunjukkan efek cekaman panas terhadap produktivitasnya pada suhu lingkungan mencapai 25 °C.

Perubahan ketinggian tempat dari dataran rendah ke dataran tinggi menyebabkan meningkatnya PBBH masing-masing bangsa sapi, tetapi dengan porsi peningkatan berbeda-beda, yaitu untuk sapi B, SB, SBS, dan SBB berturut-turut adalah 16,15; 25,28; 51,83; dan 14,76%. Menurut data tersebut, sapi B sebagai bangsa sapi asli dari lingkungan tropik yang panas ternyata bisa menunjukkan kinerja produksi yang lebih baik pada dataran tinggi yang relatif dingin dengan peningkatan PBBH melebihi sapi SBB yang memiliki 75% darah sapi B. Pada dataran rendah, PBBH sapi-sapi silangan (SB, SBS, dan SBB) terlihat sangat ditentukan oleh efek komplementer sifat produksi sapi Simmental dan sifat daya tahan panas sapi Bali.



Gambar 24. Diagram interaksi genetik dan lingkungan terhadap PBBH dewasa sapi Bali (B), Silangan B x Simmental (SB), Silangan Balik SB x Simmental (SBS), dan Silangan Balik SB x Bali (SBB).



Oleh karena itu, pada dataran rendah, sapi SB yang memiliki porsi darah Bali dan Simmental masing-masing 50% menunjukkan PBBH dewasa rata-rata paling tinggi, sedangkan sapi SBB (75% Bali dan 25% Simmental) menunjukkan PBBH dewasa paling rendah dalam lingkungan tersebut. Adapun pada dataran tinggi, PBBH dewasa sapi-sapi silangan tersebut tampak lebih ditentukan oleh keunggulan sifat produksi sapi Simmental, sehingga pada dataran tinggi, PBBH dewasa tertinggi terlihat pada sapi SBS, dan PBBH dewasa sapi SB dalam lingkungan ini lebih tinggi dibanding sapi SBB.

#### 5.6.4. Efisiensi Pertumbuhan

Efisiensi pertumbuhan dalam penelitian ini, diukur berdasarkan rasio laju pertumbuhan yang dicapai (PBB, kg) terhadap konsumsi bahan kering (KBK, kg), dinyatakan dengan PBB/KBK. Semakin tinggi angka PBB/KBK menunjukkan efisiensi pertumbuhan semakin tinggi.

Hasil pengukuran efisiensi pertumbuhan terhadap sapi dewasa umur 2-3 tahun (730-1.095 hari) sebanyak 70 ekor pada dataran rendah dan 64 ekor pada dataran tinggi, yang masing-masing terdiri atas sapi Bali murni (B), silangan B x Simmental (SB), silangan balik SB x Simmental (SBS), dan silangan balik SB x Bali (SBB), selengkapnya dapat disimak dalam Lampiran 46. Adapun nilai PBB/KBK rata-rata menurut genetik dan ketinggian tempat, dipresentasikan dalam Tabel 26.

Tabel 26. Tingkat Efisiensi Pertumbuhan (PBB/KBK) Rata-rata Sapi Bali dan Silangannya dengan Sapi Simmental pada Ketinggian Tempat Berbeda

No.	Bangsa Sapi	Efisiensi pertumbuhan (%) menurut ketinggian tempat	
		Dataran Rendah (0-100 m dpl.)	Dataran Tinggi (700-1.000 m dpl.)
1.	Sapi Bali (B)	5,467±0,193 <sup>Aa</sup>	5,601±0,324 <sup>Aa</sup>



2.	B x Simmental (SB)	4,558±0,540 <sup>Bb</sup>	5,203±0,288 <sup>Ae</sup>
3.	SBx Simmental (SBS)	4,184±0,472 <sup>Bc</sup>	5,328±0,465 <sup>Ae</sup>
4.	SB x Bali (SBB)	5,078±0,536 <sup>Ad</sup>	4,810±0,306 <sup>Af</sup>

Keterangan: <sup>a,b,c</sup> pada baris maupun kolom yang sama menunjukkan  $P < 0,05$   
<sup>A,B,C</sup> pada baris maupun kolom yang sama menunjukkan  $P < 0,01$

Tabel 26 menunjukkan, bahwa efisiensi pertumbuhan sapi B tidak dipengaruhi oleh ketinggian tempat, karena terlihat PBB/KBK sapi B pada dataran rendah ( $5,467 \pm 0,193$  %) tidak berbeda ( $P > 0,05$ ) dengan PBB/KBK sapi B pada dataran tinggi ( $5,601 \pm 0,324$  %). Hal ini berarti, bahwa secara fisioklimatologis, lingkungan dataran rendah dan dataran tinggi mempunyai potensi yang sama bagi pertumbuhan sapi B.

Adapun sapi SB dan SBS, terlihat dalam Tabel 26, masing-masing menunjukkan PBB/KBK pada dataran rendah ( $4,558 \pm 0,540$  dan  $4,184 \pm 0,472$  %) lebih rendah ( $P < 0,05$ ) dibanding pada dataran tinggi ( $5,203 \pm 0,288$  dan  $5,328 \pm 0,465$  %), yang berarti, pertumbuhan masing-masing bangsa sapi ini lebih efisien pada dataran tinggi dibanding pada dataran rendah. Sedangkan sapi SBB terlihat lebih efisien pada dataran rendah dibanding pada dataran tinggi, karena sapi SBB pada dataran rendah mengkonsumsi energy (TDN) sebanyak  $9,14 \pm 1,13$  kg untuk setiap 1,0 kg pertambahan bobot badan yang dicapai, dan angka tersebut lebih rendah ( $P < 0,05$ ) dibanding sapi SBB pada dataran tinggi yang mengkonsumsi  $10,02 \pm 0,76$  kg TDN untuk setiap 1,0 kg pertambahan bobot badan yang dicapai. Pengaruh ketinggian tempat terhadap efisiensi pertumbuhan sapi Bali dan silangannya dengan sapi Simmental, dapat disimak dengan lebih jelas dalam Gambar 25.

Berdasarkan data PBB/KBK pada Lampiran 35, dijumpai selisih nilai PBB/KBK rata-rata untuk tiap bangsa sapi pada dataran tinggi terhadap PBB/KBK rata-rata bangsa sapi tersebut pada dataran rendah, yaitu untuk sapi B, SB, SBS, dan SBB berturut-turut 0,034; 1,045; 1,224; dan -0,628, yang berarti, perubahan ketinggian



tempat dari dataran rendah ke dataran tinggi menyebabkan nilai PBB/KBK rata-rata sapi SB dan SBS meningkat masing-masing 36,09% ( $P < 0,01$ ) dan 40,83% ( $P < 0,01$ ), sedangkan nilai PBB/KBK sapi B hanya meningkat 0,62% ( $P > 0,05$ ) dan sapi SBB menurun 6,40% ( $P < 0,05$ ).

Lebih rendahnya efisiensi pertumbuhan sapi SB dan SBS pada dataran rendah dibanding pada dataran tinggi, disebabkan penggunaan energi untuk hidup pokok (energi basal) masing-masing bangsa sapi tersebut pada dataran rendah lebih tinggi dibanding pada dataran tinggi. Penggunaan energi basal yang lebih tinggi menyebabkan berkurangnya energi untuk pertumbuhan, sebagaimana dinyatakan Engelhersdt *et al.* (1995), NRC (1996), Gauhan (2002), dan Ramdani (2008). Sebagai sapi silangan dengan porsi darah *Bos Taurus* masing-masing 50 dan 75%, sapi SB dan SBS menunjukkan karakteristik *Bos taurus* yang cukup kuat seperti pertumbuhan bulu yang tebal dan rendahnya kemampuan mengeluarkan keringat (Dwipa *et al.*, 2003), hal ini menjadi penghambat dalam beradaptasi dengan lingkungan yang panas (Blackshaw dan Blakcshaw, 1994; Beatty *et al.*, 2006), yang mengakibatkan menjadi rendahnya kandungan glikogen seiring dengan rendahnya energi tersimpan di dalam tubuh akibat banyak terpakai untuk aktivitas termoregulasi (Ramdani, 2008).

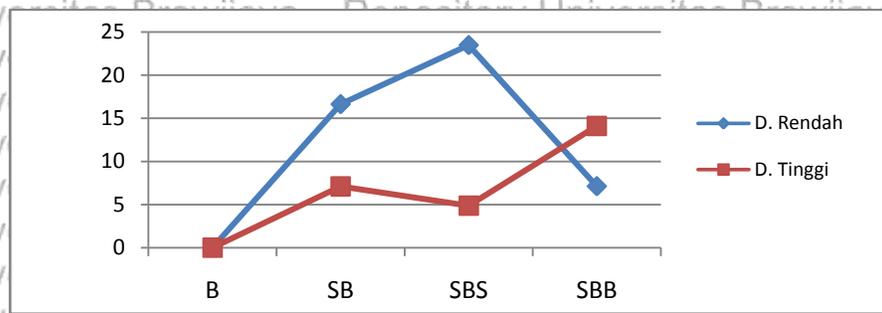
Mengenai sapi SBB yang menunjukkan efisiensi pertumbuhan lebih tinggi pada dataran rendah dibanding pada dataran tinggi, dapat dinyatakan karena sapi SBB mempunyai kemampuan *homeostasis* yang lebih baik terhadap kondisi lingkungan panas pada dataran rendah dibanding terhadap kondisi lingkungan yang lebih dingin pada dataran tinggi, sesuai data Respon Fisiologis (Tabel 15 dan 16) dan data Status Hematologis (Tabel 17 dan 18). Oleh karena itu, kebutuhan energi untuk hidup pokok sapi SBB pada dataran rendah menjadi lebih rendah, sehingga energi untuk pertumbuhan menjadi lebih tinggi, dibanding sapi SBB pada dataran tinggi.



Berdasarkan hasil Uji Turkey untuk pengaruh bangsa sapi terhadap PBB/KBK, diketahui bahwa terdapat perbedaan nilai PBB/KBK yang sangat nyata ( $P < 0,01$ ) antara sapi B dan silangannya dengan Simmental (SB, SBS, dan SBB) pada dataran rendah dan nyata ( $P < 0,05$ ) pada dataran tinggi, demikian juga, terdapat perbedaan nyata nilai PBB/KBK masing-masing bangsa sapi tersebut pada dataran rendah dengan bangsa sapi yang sama pada dataran tinggi.

Berdasarkan Tabel 26, pada dataran rendah dijumpai PBB/KBK sapi Bali murni (B) sangat nyata paling tinggi, tetapi menurun sangat nyata pada silangannya dengan Simmental berturut-turut SBS, SB, dan SBB. Adapun pada dataran tinggi, sapi B menunjukkan PBB/KBK nyata lebih tinggi dibanding sapi SB, SBS, dan SBB. Sedangkan antara bangsa-bangsa sapi silangan, pada dataran rendah, nilai PBB/KBK sapi SBB nyata paling tinggi dan menurun ( $P < 0,05$ ) berturut-turut pada SB dan SBS; pada dataran tinggi terlihat PBB/KBK sapi SBB sangat nyata paling rendah, sedangkan antara SB dan SBS tidak berbeda ( $P > 0,05$ ).

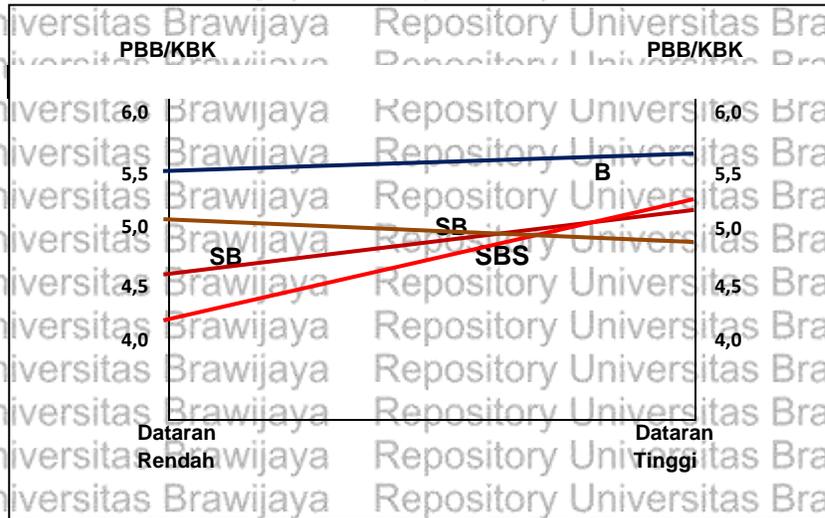
Gambar 25 menunjukkan, terjadi penurunan efisiensi pertumbuhan akibat persilangan, yang ditunjukkan oleh indeks penurunan nilai PBB/KBK masing-masing bangsa sapi silangan terhadap PBB/KBK sapi B, baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi. Temuan ini memperkuat beberapa statement menyangkut *crossbreeding* sapi potong lokal dengan bangsa sapi eksotik di Indonesia (Astuti, 1999; Dwiyanto dan Inounu, 2009; Luthfi *et al.*, 2011; dan Muladno, 2012), bahwa persilangan sapi lokal dengan bangsa sapi eksotik menghasilkan silangan dengan ukuran tubuh yang lebih besar tetapi dari segi pertumbuhan tidak efisien, karena ukuran tubuh yang besar membutuhkan pakan yang lebih banyak serta energi *maintenance* yang lebih tinggi.



**Gambar 25.** Diagram indeks peningkatan penggunaan pakan per peningkatan bobot badan rata-rata sapi Silangan B x Simmental (SB), Silangan Balik SB x Simmental (SBS), dan Silangan Balik SB x Bali (SBB) terhadap sapi Bali (B), pada dataran rendah dan dataran tinggi

Berdasarkan indeks peningkatan penggunaan pakan terhadap PBB masing-masing bangsa sapi silangan terhadap sapi B, dapat dikemukakan tingkat penurunan efisiensi pertumbuhan yang terjadi pada dataran rendah maupun dataran tinggi, yaitu pada dataran rendah untuk sapi SB, SBS, dan SBB berturut-turut 16,63; 23,47; dan 7,12%, dan pada dataran tinggi untuk sapi SB, SBS, dan SBB berturut-turut 7,10; 4,87; dan 14,12%. Tingkat penurunan efisiensi pertumbuhan tersebut pada dataran rendah terlihat semakin tinggi pada bangsa sapi silangan dengan proporsi Simmental yang lebih tinggi, sebaliknya pada dataran tinggi, tingkat penurunan efisiensi pertumbuhan semakin tinggi pada bangsa sapi silangan dengan porsi sapi Bali yang lebih tinggi.

Menurut Gambar 25, pengaruh ketinggian tempat terhadap nilai PBB/KBK tidak sepadan antara sapi B, SB, SBS, dan SBB pada masing-masing ketinggian tempat. Oleh karena itu, hasil analisis interaksi antara faktor-faktor dalam penelitian ini menunjukkan, terdapat interaksi ( $P < 0,01$ ) genetik dan lingkungan (ketinggian tempat) terhadap nilai PBB/KBK sapi Bali dan silangannya dengan sapi Simmental. Interaksi antara kedua factor tersebut dipresentasikan dalam Gambar 26.



**Gambar 26.** Diagram interaksi genetik dan lingkungan (ketinggian tempat) terhadap efisiensi pertumbuhan (PBB/KBK) sapi Bali (B), Silangan B x Simmental (SB), Silangan Balik SB x Simmental (SBS), dan Silangan Balik SB x Bali (SBB).

Terlihat dalam Gambar 26, bahwa pengaruh interaksi genetik dan lingkungan menyebabkan berbedanya ekspresi penotif masing-masing bangsa dilihat dari tingkat efisiensi pertumbuhan berdasarkan nilai PBB/KBK yang ditunjukkan, antara dataran rendah dan dataran tinggi. Terlihat pada sapi-sapi silangan (SB, SBS, dan SBB) khususnya, bahwa sapi SBS pada dataran rendah yang menunjukkan efisiensi pertumbuhan paling rendah, ternyata bangsa sapi ini pada dataran tinggi menunjukkan efisiensi pertumbuhan paling tinggi, sedangkan sapi SBB yang menunjukkan efisiensi pertumbuhan paling tinggi pada dataran rendah ternyata menjadi paling rendah efisien pertumbuhannya pada dataran tinggi. Demikian juga sapi SB, perubahan ketinggian tempat dari dataran rendah ke dataran tinggi menyebabkan meningkatnya efisiensi pertumbuhan bangsa sapi silangan ini yang terlihat dari penurunan nyata nilai PBB/KBK.



Adapun sapi B, menurut Gambar 23, terlihat kecenderungan meningkatnya PBB/KBK bangsa sapi ini pada dataran tinggi, tetapi peningkatan tersebut secara statistik tidak nyata ( $P > 0,05$ ). Adanya kecenderungan dimaksud, berkaitan dengan kecenderungan meningkatnya konsumsi energi sapi B pada dataran tinggi yang kemungkinan tidak seiring dengan peningkatan laju pertumbuhan yang dicapai.

Maka dapat dinyatakan, system persilangan sapi Bali dengan sapi Sapi Simmental pada dataran rendah, akan menghasilkan efisiensi pertumbuhan yang lebih baik apabila diarahkan kepada proporsi genetic sapi Bali yang lebih tinggi. Adapun pada dataran tinggi, akan diperoleh efisiensi pertumbuhan yang lebih baik apabila persilangan diarahkan kepada proporsi genetic sapi Simmental yang lebih tinggi.

### 5.6. Kinerja Reproduksi

Sebagaimana diketahui, bahwa indikator terpenting keberhasilan usaha peternakan sapi dari segi reproduksi adalah terjadinya kelahiran pedet setiap tahun, atau setiap sapi induk menunjukkan interval beranak (*calving interval*) sekitar satu tahun. Keadaan tersebut dapat terjadi apabila sapi induk segera menunjukkan estrus setelah beranak (*estrus post partum*) dan bisa dikawinkan sekitar 65 hari *post partum* yang diikuti terjadinya kebuntingan dalam waktu 85-90 hari *post partum*.

Pengamatan kinerja reproduksi sapi Bali dan silangannya dengan sapi Simmental pada dataran rendah dan dataran tinggi, yang meliputi periode *anestrus post partum* (APP), siklus estrus, lama estrus, *service per conception* (S/C), *days open* (DO), *conception rate* (CR), dan *calving interval* (CI), dilakukan terhadap 320 ekor sapi induk pada lingkungan dataran rendah (0-100 m dpl.) dan 280 ekor sapi pada lingkungan dataran tinggi (700-1.000 m dpl.), masing-masing terdiri atas sapi Bali



murni (B), silangan B x Simmental (SB), silangan balik SB x Simmental (SBS), dan silangan balik SB x Bali (SBB). Hasil pengamatan tiap-tiap parameter pada setiap individu, selengkapnya dapat disimak pada Lampiran 57 s/d 62. Adapun nilai rata-rata untuk masing-masing parameter menurut genotip dan ketinggian tempat, dikemukakan dalam Tabel 27s/d 33.

### 5.6.1. Periode *Anestrus Post Partum* (PAPP)

Kriteria *Anestrus post partum* yang digunakan dalam penelitian ini adalah, panjangnya waktu (hari) tidak munculnya estrus setelah melahirkan (*post partum*) dari setiap sapi induk. Saat munculnya estrus pertama setelah melahirkan dinyatakan sebagai batas akhir dari periode *anestrus* dimaksud. Dengan kata lain, dapat dinyatakan sebagai interval waktu (hari) antara melahirkan sampai munculnya estrus pertama *post partum*.

Hasil pengamatan periode *anestrus post partum* tiap individu dari 97 ekor sapi induk pada dataran rendah dan 80 ekor pada dataran tinggi yang masing-masing terdiri atas sapi Bali murni (B), silangan B x Simmental (SB), silangan balik SB x Simmental (SBS), dan silangan balik SB x Bali (SBB), selengkapnya dapat disimak dalam Lampiran 36. Adapun data PAPP rata-rata tiap bangsa pada masing-masing ketinggian tempat dipresentasikan dalam Tabel 27.

Tabel 27. Periode *Anestrus Post Partum* (PAPP) Rata-Rata Sapi Bali dan Silangannya dengan Sapi Simmental pada Ketinggian Tempat Berbeda

No.	Bangsa Sapi	PAPP (hari) menurut ketinggian tempat	
		Dataran Rendah (0-100 m dpl.)	Dataran Tinggi (700-1.000 m dpl.)
1.	Sapi Bali (B)	41,48±5,71 <sup>Aa</sup>	39,30±5,05 <sup>Ad</sup>
2.	B x Simmental (SB)	69,73±11,35 <sup>Bb</sup>	63,10±10,30 <sup>De</sup>



3.	SBx Simmental (SBS)	76,35±14,88 <sup>C</sup>	60,04±11,36 <sup>Df</sup>
4.	SB x Bali (SBB)	67,63±11,06 <sup>Bc</sup>	64,07±8,57 <sup>Dg</sup>

Keterangan: <sup>a,b,c</sup> pada baris maupun kolom yang sama menunjukkan P<0,05

<sup>A,B,C</sup> pada baris maupun kolom yang sama menunjukkan P<0,01

Data PAPP (hari) masing-masing bangsa sapi dalam Tabel 27, jika dikonfirmasi dengan angka PAPP normal untuk ternak sapi, yaitu 30-50 hari (Hardjopranto, 1997; Rukkwamsuk, 2011), maka terlihat PAPP sapi B pada dataran rendah maupun dataran tinggi berada dalam kisaran normal tersebut. Adapun untuk sapi SB, SBS, dan SBB, baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi, masing-masing menunjukkan PAPP melampaui kisaran normal tersebut.

Sapi Bali (B) diketahui merupakan bangsa sapi yang mempunyai fertilitas tinggi (Noor, 2001; Toelihere, 2002; Martojo, 2004), dengan kinerja reproduktif lebih baik dibanding bangsa-bangsa sapi lainnya (Gunawn *et al.*, 2011), juga mempunyai efek heterosis cukup tinggi pada silangannya (Noor, 2001). Hasil penelitian ini pada Tabel 27 juga menunjukkan tingginya kinerja reproduksi sapi Bali, karena periode *anestrus post partum* yang berkisar 39,3±5,05 s/d 41,48±5,71 hari ternyata jauh lebih singkat dibanding bangsa-bangsa sapi lainnya, diantaranya sapi lokal Thailand rata-rata 72±65 hari (Rukkwamsuk, 2011), sapi di Tanzania rata-rata 86,4±23,5 hari (Lymo *et al.*, 2004), demikian juga berbagai bangsa sapi di Indonesia umumnya berkisar 46-104 hari (Toelihere, 2002).

Sapi-sapi silangan (SB, SBS, dan SBB), sesuai data dalam Tabel 27, juga masing-masing menunjukkan periode *anestrus postpartum* lebih singkat dibanding sapi Thailand maupun sapi Tanzania tersebut. Demikian juga, angka PAPP masing-masing sapi silangan tersebut masih tergolong normal jika dikonfirmasi dengan kisaran PAPP untuk sapi potong menurut Toelihere (1993) yaitu 46-104 hari. Hal ini



kemungkinan merupakan efek maternal heterosis dari sapi Bali sebagai induk pada silangannya, sesuai pendapat Noor (2001).

Berdasarkan data pada Lampiran 36, diketahui angka PAPP rata-rata total untuk sapi B adalah  $40,33 \pm 5,85$  hari dan sapi-sapi silangan (SB, SBS, dan SBB) rata-rata  $68,62 \pm 11,79$  hari. Masing-masing angka tersebut tampak berbeda dengan temuan Ashari (2013) yang menyebutkan PAPP rata-rata sapi Bali  $38,1 \pm 4,5$  hari dan silangannya dengan sapi Simmental (Simbal) rata-rata  $83,4 \pm 20,5$  hari. Perbedaan hasil tersebut kemungkinan berkaitan dengan perbedaan metodologi dalam pelaksanaan penelitian.

Hasil penelitian ini pada Tabel 27 menunjukkan, PAPP tiap bangsa sapi penelitian pada dataran rendah lebih panjang ( $P < 0,01$ ) dibanding PAPP rata-rata tiap genotip tersebut pada dataran tinggi. Hal ini berarti, munculnya estrus pertama setelah melahirkan lebih lambat pada sapi di dataran rendah dibanding sapi pada dataran tinggi. Keadaan tersebut terjadi, karena suhu lingkungan yang tinggi pada dataran rendah, dapat menghambat terjadinya estrus dalam periode *anestrus* yang berkaitan dengan tertundanya ovulasi (Habeeb *et al.*, 1992). Kelambatan sapi induk menunjukkan estrus setelah melahirkan menyebabkan menjadi panjangnya periode *anestrus postpartum* (Zdunczyk *et al.*, 2002; Shrestha *et al.*, 2004; Kamal *et al.*, 2012).

Terlihat pada Gambar 24, bahwa pada dataran rendah, PAPP sapi Bali murni (B) sangat nyata paling rendah, tetapi meningkat sangat nyata pada silangannya dengan Simmental (SB) dan silangan balik SB dengan Bali (SBB), kemudian semakin meningkat pada silangan balik SB dengan Simmental (SBS) yang menunjukkan PAPP paling tinggi dalam lingkungan ini. Adapun pada dataran tinggi, sapi B juga menunjukkan PAPP sangat nyata paling rendah, meningkat sangat nyata pada



masing-masing silangan (SB dan SBB), dan sapi SBS dalam lingkungan ini menunjukkan PAPP lebih rendah dibanding SB dan SBB.

Perbedaan PAPP antara sapi pada dataran rendah dengan sapi pada dataran tinggi tersebut berkisar 2-16 hari, yang berarti munculnya estrus pertama *post partum* pada sapi di dataran rendah adalah 2-16 hari lebih lambat dibanding sapi pada dataran tinggi, tergantung genotipnya. Rincian menurut genotip dapat disebutkan, PAPP untuk sapi B, SB, SBS, dan SBB pada dataran rendah berturut-turut 2,18; 6,63; 16,31; dan 3,60 hari lebih panjang dibanding PAPP masing-masing genotip tersebut pada dataran tinggi.

Lebih panjangnya periode *anestrus post partum* untuk masing-masing genotip pada dataran rendah, kemungkinan disebabkan lebih panjangnya waktu yang dibutuhkan untuk *involutio uteri*, karena peristiwa ini menurut Hardjopranjoto (1997) dipengaruhi antara lain oleh suhu lingkungan. Dalam hal ini, suhu lingkungan yang lebih tinggi pada dataran rendah memungkinkan sapi-sapi induk mengalami cekaman termal dalam masa *post partum*, karena batas atas suhu kritis (*upper critical temperature*) untuk sapi induk *post partum* menurut Thatcher (1974) adalah 21°C. Cekaman tersebut berakibat pada tertundanya estrus *post partum* (Madan dan Jhonson, 1983), memperpanjang siklus estrus dan memperpendek periode estrus (Hall *et al.*, 1995; Hafez dan Hafez, 2008).

Hasil tersebut searah dengan hasil penelitian efek suhu lingkungan yang panas terhadap siklus estrus pada sapi potong, sesuai laporan Borady *et al.* (2012) yang menyebutkan, panjang siklus estrus sapi di Egypt (Mesir) pada musim panas dan musim semi mencapai masing-masing 37 dan 25 hari; angka ini jauh lebih tinggi dibanding siklus normal yang berkisar 20-22 hari (Hafez dan Hafez, 2008). Suhu udara lingkungan yang lebih tinggi pada dataran rendah menyebabkan meningkatnya



respon fisiologis, sehingga kebutuhan energi *maintenance* meningkat yang berakibat berkurangnya energi untuk pertumbuhan dan reproduksi (Hahn, 1999; Gauhan, 2002; Beatty *et al.*, 2006). Akibatnya adalah, menjadi rendahnya kinerja reproduksi (Maricle, 2005), seiring dengan rendahnya pertumbuhan (Mader *et al.*, 2006; Hamdai, 2008).

Berdasarkan Gambar 27 serta data di atas, terlihat adanya keterkaitan antara angka PAPP masing-masing genotip dengan dayatahan panasnya (HTC). Pada dataran rendah, sapi B yang mempunyai dayatahan panas paling tinggi dalam lingkungan ini menunjukkan angka PAPP paling rendah, dan sapi SBS yang mempunyai dayatahan panas paling rendah dalam lingkungan ini menunjukkan PAPP paling tinggi. Demikian juga sapi SB dan SBB, terlihat dalam Gambar 24 kedua genotip ini menunjukkan angka PAPP hampir sama baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi, karena keduanya mempunyai HTC yang tidak berbeda pada dataran tinggi. Adanya hubungan erat antara PAPP, dalam hal ini, interval antara melahirkan sampai estrus pertama *post partum* dengan dayatahan panas (HTC), terlihat dalam penjelasan Azzam *et al.* (1999), Amundson *et al.* (2006), dan Hahsen (2009).

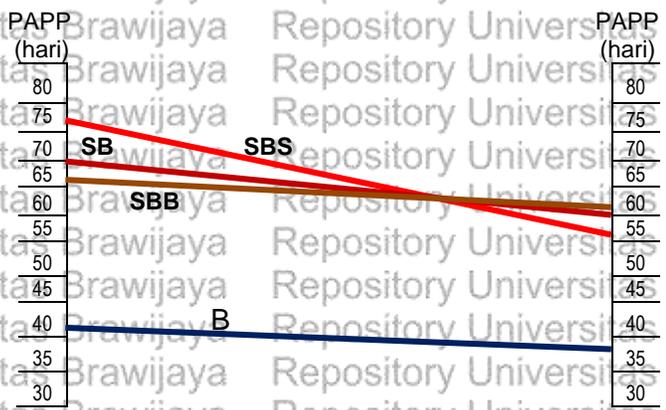
Hasil penelitian ini pada Tabel 27 juga menunjukkan, terdapat perbedaan PAPP yang sangat nyata ( $P < 0,01$ ) antara sapi B dan sapi-sapi silangan SB, SBS, dan SBB baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi, dalam hal ini, PAPP sapi-sapi silangan sangat nyata lebih panjang dibanding PAPP sapi B baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi. Perbedaan PAPP masing-masing sapi silangan terhadap PAPP sapi B pada masing-masing ketinggian tempat, dapat disebutkan, pada dataran rendah, PAPP untuk sapi SB, SBS, dan SBB berturut-turut 27,88; 34,87; dan 26,15 hari lebih panjang dibanding PAPP sapi B, sedangkan pada dataran tinggi terjadi penurunan yaitu untuk sapi SB, SBS, dan SBB berturut-turut 23,80; 20,74; dan 24,77 hari lebih panjang dibanding PAPP sapi B.



Menurut data tersebut, sapi-sapi silangan dalam penelitian ini mempunyai periode *anetrus post partum* 20-35 hari lebih panjang dibanding sapi Bali. Hal tersebut menunjukkan, bahwa persilangan sapi Bali dengan Simmental menimbulkan konsekuensi bertambah panjangnya periode *anetrus post partum* pada silangan yang dihasilkan, baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi.

Temuan di atas, dengan demikian, searah dengan pendapat Hardjosebroto (2002), Astuti (2004), Dwiyanto dan Inounu (2009), dan Putro (2011), bahwa persilangan sapi lokal dengan bangsa sapi ekotik tidak memberikan manfaat terhadap reproduksi silangannya. Hal ini juga berkaitan dengan berbagai temuan bahwa, sifat-sifat reproduksi mempunyai heretabilitas yang rendah (Cammack *et al.*, 2009; Hansen, 2009) sehingga proporsi terbesar yang menyebabkan keragaman pada sifat-sifat reproduksi adalah faktor lingkungan (Dziuk dan Bellows, 1993; Maricle, 2005; Goyache dan Gutierrez, 2001). Ukuran fertilitas, seperti estrus pertama *post partum*, mempunyai heritabilitas hanya 3-5% (Morris *et al.*, 2000; Cammack *et al.*, 2009).

Hasil penelitian ini juga menemukan adanya interaksi genetik dan ketinggian tempat terhadap PAPP. Interaksi kedua factor tersebut terhadap PAPP, dapat dicermati dalam Gambar 27.





**Gambar 27.** Diagram interaksi genetik dan lingkungan terhadap periode *anestrus post partum* (PAPP) Sapi Bali (B), Silangan B x Simmental (SB), Silangan Balik SB x Simmental (SBS), dan Silangan Balik SB x Bali (SBB).

Gambar 27 menunjukkan, bahwa masing-masing genotip mempunyai ekspresi yang berbeda-beda terhadap perubahan ketinggian tempat dari dataran rendah ke dataran tinggi. Terlihat pada sapi-sapi silangan, sapi SBS yang pada dataran rendah menunjukkan PAPP paling tinggi, tampak menjadi paling rendah pada dataran tinggi; sapi SBB yang pada dataran rendah menunjukkan PAPP paling rendah tampak menjadi paling tinggi pada dataran tinggi. Menurut tingkat penurunan angka PAPP masing-masing genotip, perubahan ketinggian tempat dari dataran rendah ke dataran tinggi menyebabkan menurunnya PAPP yaitu untuk sapi B, SB, SBS, dan SBB berturut-turut adalah 5,25; 9,51; 21,38; dan 5,26%.

Menurut data tersebut, sapi SBS mengalami tingkat penurunan PAPP paling tinggi ( $P < 0,01$ ) karena, sapi SBS menunjukkan perubahan respon fisiologis paling tinggi sebagaimana terlihat dari nilai HTC yang menurun dari 3,30 pada dataran rendah menjadi 1,74 pada dataran tinggi (lih. Tabel 16). Adapun sapi SB dan SBB yang diketahui menunjukkan HTC pada dataran tinggi tidak berbeda, ternyata kedua genotip ini juga menunjukkan tingkat penurunan PAPP pada dataran tinggi tidak berbeda ( $P > 0,05$ ). Berdasarkan hal tersebut dapat dinyatakan, bahwa PAPP sapi-sapi silangan (SB, SBS, dan SBB) pada dataran rendah sangat ditentukan oleh efek komplementer sifat produksi (terutama konsumsi pakan dan energi) sapi Simmental dan sifat daya tahan panas sapi Bali, sedangkan pada dataran tinggi, PAPP sapi-sapi



silangan tersebut tampak lebih ditentukan oleh keunggulan sifat produksi sapi Simmental.

### 5.6.2. *Conception Rate* (CR)

Kriteria pengukuran *conception rate* (CR) dalam penelitian ini adalah berdasarkan jumlah induk yang menjadi bunting (%) pada perkawinan (IB) pertama dalam suatu kelompok sapi induk. Adapun untuk evaluasi kebuntingan, didasarkan pada angka *non return rate* (NRR) 28-35 hari.

Hasil pengamatan CR (%) terhadap 35 kelompok sapi induk pada dataran rendah dan 30 kelompok sapi induk pada dataran tinggi, masing-masing terdiri atas kelompok sapi Bali murni (B), silangan B x Simmental (SB), silangan balik SB x Simmental (SBS), dan silangan balik SB x Bali (SBB), selengkapnya dapat disimak dalam Lampiran 38. Adapun data CR rata-rata tiap genotip pada masing-masing ketinggian tempat dipresentasikan dalam Tabel 28.

Tabel 28. *Conception Rate* (CR) Rata-Rata Sapi Bali dan Silangannya dengan Sapi Simmental pada Ketinggian Tempat Berbeda

No.	Bangsa sapi	<i>Conception Rate</i> (%) menurut ketinggian tempat	
		Dataran Rendah (0-100 m dpl.)	Dataran Tinggi (700-1.000 m dpl.)
1.	Sapi Bali (B)	92,45±3,28 <sup>a</sup>	77,87±6,57 <sup>e</sup>
2.	B x Simmental (SB)	73,29±4,72 <sup>b</sup>	90,79±3,72 <sup>f</sup>
3.	SBx Simmental (SBS)	65,44±4,46 <sup>c</sup>	86,96±7,26 <sup>g</sup>
4.	SB x Bali (SBB)	78,95±7,29 <sup>d</sup>	81,37±6,39 <sup>h</sup>

Keterangan: <sup>a,h,c</sup> pada baris maupun kolom yang sama menunjukkan  $P < 0,01$

Tabel 28 menunjukkan, CR untuk sapi B pada dataran rendah lebih tinggi ( $P < 0,05$ ) dibanding pada dataran tinggi. Hal ini karena sapi B merupakan bangsa sapi tropis yang sangat adaptif dengan suhu udara lingkungan yang lebih tinggi pada



dataran rendah, sesuai hasil penelitian ini mengenai kinerja fisiologis (Tabel 17 s/d 22), status hematologis (Tabel 25 s/d 28), serta kinerja produksi dan pertumbuhan (Tabel 29 s/d 41).

Angka CR yang lebih rendah untuk sapi B pada dataran tinggi, berkaitan dengan tingginya persentase kawin berulang yang mencapai 24,2%, paling tinggi diantara bangsa sapi yang diamati baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi. Hal ini kemungkinan akibat penggunaan energy *maintenance* yang meningkat terutama untuk termogenesis, sebagai respon fisiologis terhadap suhu lingkungan yang lebih rendah pada dataran tinggi. Konsekuensinya, adalah menjadi berkurangnya energy untuk aktivitas produktif termasuk energy untuk terjadinya konsepsi, sesuai penjelasan Rukkwamsuk (2011).

Adapun untuk sapi-sapi silangan, terlihat dalam Tabel 28, bahwa sapi SB, SBS, dan SBB pada dataran rendah menunjukkan CR masing-masing lebih rendah ( $P < 0,01$ ) dibanding pada dataran tinggi. Hal ini dapat dinyatakan disebabkan oleh tingginya suhu udara lingkungan pada dataran rendah sehingga sapi mengalami cekaman panas, sesuai data respon fisiologis dan status hematologi yang ditunjukkan.

Cekaman panas dalam hal tersebut, dapat menghambat fertilisasi (Hafez, 1968), menurunkan aktivitas ovarian dan angka konsepsi (Mohamed, 1994; Hafeez et al., 1992), serta memacu terjadinya gangguan reproduksi (Farghaly, 1994). Secara umum, Carroll et al. (2012) menyatakan, sapi yang dipelihara pada suhu lingkungan di atas suhu termoneutral akan mengalami penurunan kinerja reproduksi, terutama CR. Berkaitan dengan hal ini, Dunlap dan Vincent (1985) melaporkan, sapi induk yang berada pada lingkungan dengan suhu 32 °C 72 jam setelah di IB gagal menghasilkan konsepsi, sedangkan sapi induk yang dipelihara pada suhu 21°C mencapai CR 68%.

Demikian juga, laporan Biggers (1996); Lunn (2012) menyebutkan, sapi induk yang



mengalami cekaman panas biasa menunjukkan penurunan CR 19% dan induk yang mengalami cekaman panas berat menunjukkan penurunan CR 38%.

Angka CR sapi-sapi silangan yang dijumpai lebih tinggi pada lingkungan dataran tinggi, erat kaitannya dengan hasil penelitian ini yang menunjukkan, bahwa lingkungan dataran tinggi lebih nyaman (*comfortable*) bagi masing-masing sapi silangan tersebut untuk berproduksi dibanding lingkungan dataran rendah. Disamping itu, suhu lingkungan yang lebih rendah dan relatif dingin pada dataran tinggi, memacu meningkatnya konsumsi pakan (Young dan Degen, 1991; Vermorel, 1997, dan Le Devidich *et al.*, 1994), dengan demikian, meningkatkan konsumsi energy (Lymo *et al.*, 2004), dan pemanfaatan energy dapat diarahkan lebih banyak untuk aktivitas produksi maupun reproduksi (Davis *et al.*, 2005).

Perbedaan angka CR antara sapi pada dataran rendah dan dataran tinggi dijumpai bervariasi untuk masing-masing bangsa. Berdasarkan Lampiran 52, dijumpai selisih CR tiap bangsa pada dataran tinggi terhadap CR masing-masing bangsa tersebut pada dataran rendah, untuk sapi B menurun 14,58%, sedangkan sapi SB, SBS, dan SBB meningkat berturut-turut 17,5; 21,52; dan 1,42%.

Peningkatan angka CR untuk masing-masing sapi silangan sehubungan dengan perubahan ketinggian tempat dari dataran rendah ke dataran tinggi tersebut, terlihat semakin tinggi pada sapi silangan dengan proporsi Simmental yang lebih tinggi. Dalam hal ini, sapi SBS yang memiliki proporsi Simmental paling tinggi (75%) menunjukkan peningkatan paling tinggi, dan sapi SB yang memiliki proporsi Simmental 50% menunjukkan peningkatan lebih tinggi daripada sapi SBB yang memiliki proporsi Simmental 25%. Keadaan ini, tampak berkaitan dengan perbedaan tingkat perubahan respon fisiologis antara sapi SB, SBS, dan SBB, sebagaimana telah dibahas pada bagian Respon Fisiologis di muka.



Hasil penelitian ini pada Tabel 28 juga menunjukkan, terdapat perbedaan angka CR ( $P < 0,01$ ) antara sapi B dan sapi-sapi silangan SB, SBS, dan SBB pada dataran rendah maupun dataran tinggi, demikian juga terdapat perbedaan ( $P > 0,01$ ) angka CR antara masing-masing genotip silangan pada dataran rendah maupun dataran tinggi. Dalam hal ini, pada dataran rendah, angka CR sapi-sapi silangan lebih rendah ( $P < 0,01$ ) dibanding CR sapi B, sedangkan pada dataran tinggi CR sapi-sapi silangan lebih tinggi ( $P < 0,01$ ) dibanding CR sapi B.

Berdasarkan data CR tiap-tiap kelompok sapi induk (Lampiran 52) dapat diketahui, bahwa pada dataran rendah, CR sapi SB, SBS, dan SBB berturut-turut 19,16; 27,01; dan 13,50% lebih rendah dibanding CR sapi B. Sedangkan pada dataran tinggi, CR sapi SB, SBS, dan SBB berturut-turut 12,92; 9,09; dan 2,50% lebih tinggi dibanding CR sapi B.

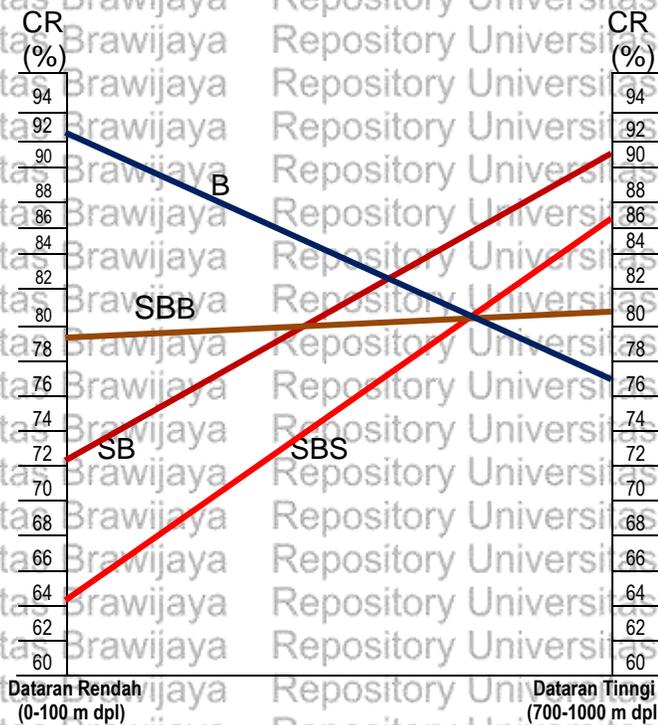
Data tersebut menunjukkan, bahwa persilangan sapi B dengan Simmental pada dataran rendah, menimbulkan konsekuensi terhadap angka CR yang menjadi lebih rendah 13,5-27,01% atau rata-rata 19,9% pada sapi silangan yang dihasilkan. Konsekuensi dimaksud terlihat terutama pada sapi SB dan SBS. Sebagai sapi silangan dengan porsi darah *Bos taurus* masing-masing 50 dan 75%, sapi SB dan SBS menunjukkan karakteristik *Bos taurus* yang cukup kuat seperti pertumbuhan bulu yang tebal dan rendahnya kemampuan mengeluarkan keringat (Dwipa *et al.*, 2003), hal ini menjadi penghambat dalam beradaptasi dengan lingkungan yang panas (Blackshaw dan Blackshaw, 1994; Beatty *et al.*, 2006), yang mengakibatkan lebih banyak energi terpakai untuk aktivitas termoregulasi (Ramdani, 2008).

Namun demikian, pada dataran tinggi, persilangan sapi B dengan Simmental justru dapat meningkatkan angka CR silangannya rata-rata 8,17%. Hal ini karena lingkungan dataran tinggi merupakan lingkungan yang, secara fisioklimatologis, serasi



untuk aktivitas reproduksi maupun pertumbuhan sapi-sapi silangan tersebut, terutama sapi SB dan SBS yang masing-masing memiliki karakteristik Bos Taurus yang cukup kuat sebagaimana dinyatakan Dwipa *et al.* (2003).

Hasil penelitian ini juga menemukan adanya interaksi antara genotip dan ketinggian tempat ( $P < 0,05$ ) terhadap periode estrus. Interaksi kedua factor tersebut, dipresentasikan dalam Gambar 28.



**Gambar 28.** Diagram interaksi genetik dan lingkungan terhadap angka kebuntingan (CR, %) sapi Bali (B), silangan B x Simmental (SB), silangan balik SB x Simmental (SBS), dan silangan balik SB x Bali (SBB).

Terlihat dalam Gambar 28 bahwa, perubahan ketinggian tempat dari dataran rendah ke dataran tinggi menyebabkan CR sapi B menurun ( $P < 0,01$ ) dengan koefisien penurunan 15,77. Sedangkan angka CR sapi-sapi silangan (SB, SBS, dan SBB) masing-masing menunjukkan peningkatan ( $P < 0,01$ ) dengan index peningkatan berbeda-beda, yaitu untuk sapi SB, SBS, dan SBB berturut-turut 23,87; 32,88; dan



1,80. Berdasarkan perubahan tersebut, sapi B yang pada dataran rendah menunjukkan CR paling tinggi, pada dataran tinggi CR sapi B menjadi paling rendah.

Sapi SB dan SBS yang pada dataran rendah menunjukkan CR masing-masing lebih rendah dibanding sapi SBB, pada dataran tinggi kedua sapi silangan ini menunjukkan CR masing-masing lebih tinggi dibanding SBB.

Perubahan angka CR masing-masing bangsa sehubungan dengan perubahan ketinggian tempat dari dataran rendah ke dataran tinggi sebagaimana terlihat dalam Gambar 28, menunjukkan bahwa pengaruh ketinggian tempat terhadap angka CR adalah berbeda-beda antara sapi B, SB, SBS, dan SBB pada masing-masing lokasi.

Berdasarkan hal tersebut serta indeks perubahan CR masing-masing bangsa sapi di atas, dapat dinyatakan bahwa sapi SB, SBS, dan SBB lebih sesuai pada dataran tinggi untuk menghasilkan angka konsepsi (CR) optimum. Adapun sapi B, tampak lebih sesuai pada dataran rendah.

### 5.6.3. *Days Open (DO)*

Ukuran *days open* (DO) dalam penelitian ini, adalah interval waktu (hari) antara melahirkan sampai terjadi kebuntingan. Angka DO yang panjang akan mengurangi tingkat efisiensi reproduksi. Semakin panjang *days open* menyebabkan semakin panjangnya *calving interval*, karena pada prinsipnya, *calving interval* merupakan penjumlahan *days open* dengan lama kebuntingan.

Hasil pengamatan DO (hari) terhadap 87 ekor sapi induk pada dataran rendah dan 79 ekor sapi induk pada dataran tinggi, masing-masing terdiri atas sapi Bali murni (B), silangan B x Simmental (SB), silangan balik SB x Simmental (SBS), dan silangan balik SB x Bali (SBB), selengkapnya dapat disimak dalam Lampiran 37. Adapun data



DO rata-rata tiap bangsa pada masing-masing ketinggian tempat dipresentasikan dalam Tabel 29.

Tabel 29. *Days Open* (DO) Rata-Rata Sapi Bali dan Silangannya dengan Sapi Simmental pada Ketinggian Tempat Berbeda

No.	Bangsa sapi	<i>Days Open</i> (hari) menurut ketinggian tempat	
		Dataran Rendah (0-100 m dpl.)	Dataran Tinggi (700-1.000 m dpl.)
1.	Sapi Bali (B)	80,60±10,52 <sup>Aa</sup>	88,45±16,10 <sup>Ad</sup>
2.	B x Simmental (SB)	114,91±22,96 <sup>Bb</sup>	102,86±12,79 <sup>Dd</sup>
3.	SBx Simmental (SBS)	127,40±23,79 <sup>C</sup>	106,96±16,15 <sup>De</sup>
4.	SB x Bali (SBB)	112,26±26,29 <sup>Bb</sup>	106,93±11,33 <sup>De</sup>

Keterangan: <sup>a,b,c</sup> pada baris maupun kolom yang sama menunjukkan  $P < 0,05$   
<sup>A,B,C</sup> pada baris maupun kolom yang sama menunjukkan  $P < 0,01$

Tabel 29 menunjukkan, angka *Days Open* (DO) dipengaruhi oleh genetik ( $P < 0,01$ ) maupun ketinggian tempat ( $P < 0,01$ ). Pengaruh ketinggian tempat terhadap

DO, tampak berbeda antara sapi B dan sapi-sapi silangan SB, SBS, maupun SBB.

Dalam hal ini, DO sapi B pada dataran rendah sangat nyata lebih pendek dibanding

DO sapi B pada dataran tinggi, sedangkan untuk sapi-sapi silangan terjadi sebaliknya,

yaitu masing-masing menunjukkan DO sangat nyata lebih panjang pada dataran rendah dibanding pada dataran tinggi.

Lebih panjangnya DO sapi B pada dataran tinggi dibanding pada dataran rendah, berkaitan dengan lebih tingginya persentase induk sapi B yang mengalami

kawin berulang pada dataran tinggi dibanding pada dataran rendah. Hal ini sesuai penjelasan Kamal (2010) bahwa angka DO rata-rata dalam suatu kelompok sapi induk

ditentukan antara lain oleh persentase induk yang mengalami kawin berulang dalam populasi atau kelompok sapi induk tersebut.

Adapun untuk sapi-sapi silangan pada dataran rendah yang menunjukkan DO lebih panjang, sangat erat kaitannya dengan periode *anestrus post partum* dan siklus



estrus yang lebih panjang, dibanding masing-masing dengan sapi silangan pada dataran tinggi. Suhu lingkungan yang panas (pada dataran rendah), berakibat pada tertundanya estrus *post partum* (Madan dan Johnson, 1993; Johnson, 1995; Hafeez *et al.*, 1995), memperpanjang siklus estrus dan memperpendek periode estrus (Hall *et al.*, 1995; Hafez, 2008).

Perbedaan DO antara sapi silangan pada dataran rendah dan sapi silangan pada dataran tinggi tersebut berkisar 5-20 hari, yang berarti sapi-sapi silangan pada dataran rendah mengalami masa kosong 5-20 hari lebih panjang dibanding sapi pada dataran tinggi, tergantung bangsanya. Rincian menurut bangsa dapat disebutkan, DO tiap bangsa silangan pada dataran rendah untuk sapi SB, SBS, dan SBB berturut-turut 12,5; 20,44; dan 5,33 hari lebih panjang dibanding DO masing-masing bangsa tersebut pada dataran tinggi. Sedangkan sapi B pada dataran rendah dalam hal ini, menunjukkan DO 7,85 hari lebih pendek dibanding sapi B pada dataran tinggi.

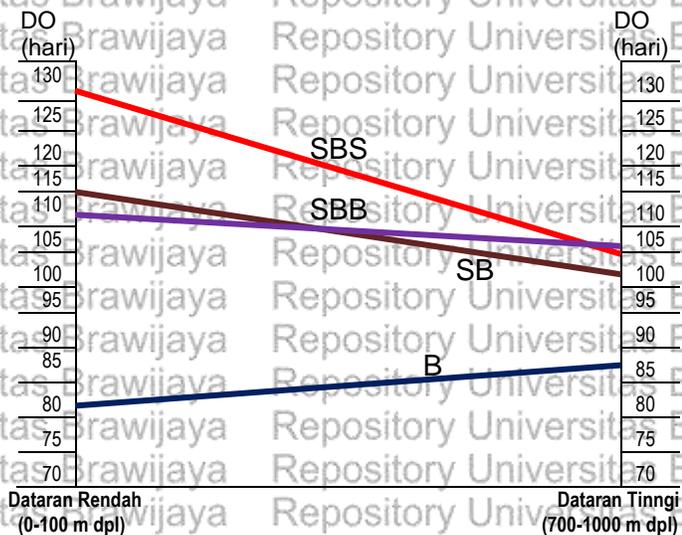
Hasil penelitian ini pada Tabel 29 juga menunjukkan, terdapat perbedaan DO yang sangat nyata ( $P < 0,01$ ) antara sapi B dan sapi-sapi silangan SB, SBS, dan SBB baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi, dalam hal ini, DO sapi-sapi silangan sangat nyata lebih panjang dibanding DO sapi B baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi. Perbedaan DO masing-masing bangsa silangan terhadap DO sapi B pada masing-masing ketinggian tempat, dapat disebutkan, pada dataran rendah, DO untuk sapi SB, SBS, dan SBB berturut-turut 34,31; 46,80; dan 31,66 hari lebih panjang dibanding DO sapi B, sedangkan pada dataran tinggi terjadi penurunan menjadi berturut-turut 14,41; 18,51; dan 18,48 hari lebih panjang dibanding DO sapi B.

Menurut data tersebut, sapi-sapi silangan dalam penelitian ini mempunyai DO 14-47 hari lebih panjang dibanding sapi Bali. Hal tersebut menunjukkan, bahwa persilangan sapi Bali dengan Simmental menimbulkan konsekuensi bertambah



panjangnya periode *days open* pada silangan yang dihasilkan, baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi. Temuan ini, dengan demikian, searah dengan pendapat Hardjosebroto (2002), Astuti (2004), Dwiyanto dan Inounu (2009), dan Putro (2011), bahwa persilangan sapi lokal dengan bangsa sapi eksotik tidak memberikan manfaat terhadap reproduksi silangannya.

Hasil penelitian ini juga menemukan adanya interaksi antara bangsa dan ketinggian tempat terhadap DO. Interaksi kedua factor tersebut terhadap *days open*, dipresentasikan dalam Gambar 29.



**Gambar 29.** Diagram interaksi bangsa dan lingkungan terhadap *Days open* Sapi Bali (B), Silangan B x Simmental (SB), Silangan Balik SB x Simmental (SBS), dan Silangan Balik SB x Bali (SBB).

Gambar 29 menunjukkan, masing-masing bangsa mempunyai ekspresi yang berbeda-beda terhadap perubahan ketinggian tempat dari dataran rendah ke dataran tinggi. Terlihat pada sapi-sapi silangan, sapi SBS yang pada dataran rendah menunjukkan DO paling tinggi, menurun paling tajam dengan koefisien penurunan 19,11% pada dataran tinggi; sapi SBB yang pada dataran rendah menunjukkan DO paling rendah menurun dengan koefisien penurunan 4,98% sehingga DO bangsa ini



pada dataran tinggi tidak berbeda ( $P > 0,05$ ) dengan sapi SBS. Sapi SB yang pada dataran rendah menunjukkan DO lebih panjang dibanding SBB, menurun 11,70% pada dataran tinggi sehingga menjadi lebih pendek dibanding SBB dan SBS. Adapun sapi B, meskipun DO bangsa ini meningkat dengan koefisien perubahan 9,7% pada dataran tinggi, namun DO sapi B dalam lingkungan ini masih sangat nyata lebih pendek dibanding sapi-sapi silangannya.

Perubahan DO masing-masing bangsa sehubungan dengan perubahan ketinggian tempat dari dataran rendah ke dataran tinggi tersebut, secara keseluruhan menunjukkan, proporsi terbesar yang menyebabkan keragaman pada angka *days open* masing-masing bangsa adalah perbedaan kondisi lingkungan antara dataran rendah dan dataran tinggi. Pada dataran rendah yang kondisi suhu lingkungannya lebih panas, masing-masing bangsa silangan menunjukkan DO yang lebih panjang, tetapi lingkungan dataran tinggi yang suhunya lebih rendah dan *comfortable* dapat memperpendek DO masing-masing silangan rata-rata 13 hari lebih pendek dibanding pada dataran rendah. Hal ini sesuai penjelasan Dziuk dan Bellows (1983); Maricle (2005); Goyache dan Gutierrez (2001), juga berkaitan dengan temuan Cammack *et al.* (2009); Hansen (2009).

Angka DO masing-masing bangsa dalam Tabel 29, jika masing-masing dijumlahkan dengan periode kebuntingan, yaitu rata-rata 282 hari untuk sapi Bali (Bamualim dan Widahayati, 2002) dan untuk sapi silangan Bali x Simmental pada umumnya rata-rata 286 hari (Ashari, 2013), maka interval beranak sapi B pada dataran rendah adalah 363 hari dan sapi B pada dataran tinggi adalah 370 hari, atau rata-rata untuk kedua ketinggian tempat adalah 365,6 hari. Interval ini lebih panjang dibanding laporan Gunawan (2011) yaitu rata-rata 360 hari. Dengan angka interval



beranak tersebut, dapat dinyatakan, sapi Bali dalam penelitian ini sangat berpeluang untuk menghasilkan anak (pedet) setiap tahun.

Adapun untuk sapi silangannya dengan Simmental, dijumpai interval beranak pada dataran rendah untuk sapi SB, SBS, dan SBB, berturut-turut 401, 413, dan 398 hari, sedangkan pada dataran tinggi lebih pendek yaitu berturut-turut 389, 393, dan 393 hari. Dengan demikian, sapi-sapi silangan ini tidak berpeluang untuk menghasilkan pedet setiap tahun, baik pada dataran rendah maupun pada lingkungan dataran tinggi. Sapi-sapi silangan tersebut berpeluang menghasilkan pedet rata-rata setiap 392 hari atau 13,0 bulan pada dataran tinggi, sedangkan pada dataran rendah rata-rata 406 hari atau sekitar 13,6 bulan, atau secara keseluruhan adalah rata-rata 13,3 bulan. Angka ini lebih rendah dibanding hasil penelitian Ashari (2013) berkisar 14,6-15,4 bulan.





## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini secara keseluruhan, dapat dikemukakan kesimpulan sebagai berikut:

1. Persilangan sapi Bali dengan sapi Simmental dapat meningkatkan kinerja produksi silangannya (bobot lahir, bobot sapih, bobot 365 hari, bobot 730 hari, bobot 1.095 hari, maupun laju pertumbuhan pada berbagai fase fisiologis), tetapi efisiensi pertumbuhan yang dicapai sangat rendah dibanding sapi Bali murni, baik pada lingkungan dataran rendah maupun dataran tinggi; demikian juga, persilangan tersebut menimbulkan konsekuensi menurunnya kinerja reproduksi pada sapi-sapi silangan dengan capaian efisiensi reproduksi sangat rendah dibanding sapi Bali murni, baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi
2. Perbedaan ketinggian tempat berpengaruh terhadap respon fisiologis, hematologi, kinerja produksi, kinerja pertumbuhan, maupun kinerja reproduksi sapi Bali dan silangannya dengan sapi Simmental, dalam hal ini, kondisi lingkungan pada dataran rendah dengan THI rata-rata 80,02 menimbulkan cekaman termal pada sapi-sapi silangan berdasarkan Koefisien Daya Tahan Panas (HTC) yang mencapai rata-rata 2,91 serta Jumlah Eritrosit (RBC) dan Kadar Glukosa Darah (KGD) berturut-turut 5,05 juta/mm<sup>3</sup> dan 40,27 g/dl; sedangkan pada dataran tinggi dengan THI rata-rata 69,39 masing-masing bangsa sapi menunjukkan respon fisiologis dan hematologis dalam kisaran normal.



3. Sapi-sapi silangan pada dataran tinggi menunjukkan produktivitas lebih tinggi, dan semakin tinggi pada sapi silangan dengan proporsi sapi Simmental yang lebih tinggi, dibanding pada dataran rendah; adapun sapi Bali, kinerja produksinya lebih tinggi pada dataran tinggi tetapi efisiensi pertumbuhannya tidak berbeda dan kinerja reproduksinya lebih rendah pada dataran tinggi, dibanding pada dataran rendah.

4. Persilangan sapi Bali dengan sapi Simmental kearah proporsi genetik sapi Simmental yang lebih tinggi adalah lebih sesuai untuk lingkungan dataran tinggi (THI < 70) terhadap semua ukuran produktivitas yang dipelajari dalam penelitian ini; adapun persilangan sapi Bali dengan sapi Simmental kearah proporsi genetik sapi Bali yang lebih tinggi adalah lebih sesuai untuk lingkungan dataran rendah, terutama terhadap kinerja reproduksi silangan yang dihasilkan.



## 6.2. S a r a n

Sesuai dengan kesimpulan hasil penelitian ini, dapat dikemukakan beberapa saran sebagai berikut :

1. Pengembangan sapi potong silangan Bali x Simmental pada wilayah dataran rendah perlu dibatasi, karena hal tersebut tidak efisien baik dari aspek pertumbuhan maupun reproduksi
2. Peningkatan produktivitas sapi potong lokal melalui system persilangan dengan sapi turunan *Bos taurus* seperti sapi Simmental, perlu diikuti dengan pendekatan geografis berdasarkan angka *Temperatur Humidity Index* (THI), agar sapi-sapi silangan yang dihasilkan dapat tumbuh dan berkembang dalam lingkungan produksi yang serasi untuk menghasilkan kinerja produksi maupun reproduksi yang lebih tinggi dan efisien
3. Pengembangan sapi Bali dan silangannya dengan sapi Simmental, baik untuk tujuan pertumbuhan atau penggemukan maupun untuk tujuan produksi perbibitan, akan lebih baik pada wilayah dataran tinggi dengan ketinggian 700-1000 m di atas permukaan laut, dengan manajemen intensif dalam kandang-kandang kolektif.
4. Perlu penelitian lebih mendalam mengenai interaksi genetik dan lingkungan terhadap sifat-sifat produksi maupun reproduksi pada sapi-sapi silangan, dengan variabel genetik maupun lingkungan yang lebih beragam.





## DAFTAR PUSTAKA

- Ab-Samee, A.M., 1997. The Role of Cortisol in Improving Productivity of Stressed Farm Animals with Different Techniques. Ph.D Thesis. Faculty of Agriculture, Zagazig University, Zagazig, Egypt
- Aboul, A.I., 1997. The Role of Aldosterone in Improving Productivity of Stressed Farm Animals with Different Techniques. Ph.D Thesis. Faculty of Agriculture, Zagazig University, Zagazig, Egypt
- Acker, D., 1993. Animal Science and Industry. Printic Hall Inc. Englewood Cliff, New Jersey
- Albrich, R.C., F. Pirchner, and A.A. Dunlop, 1993. Genotype by Environment Interaction in the Context of Animal Breeding. *Gen.App.Anim.Prod.* 1:393-412
- Alencar, C.M., L.E. Henkes, L.G. Papadopolis, and J.C. Moraes, 2005. Evidence of Genotype by Environment Interaction for Reproductive and Maternal Traits in Beef Cattle. *J. Anim.Prod.* 56:69-83
- Ames, D.R. and D.E.Ray, 1993. Environment Manipulation to Improve Animal Productivity. *J. Anim. Sci.* 66(suppl.2):209-220
- Ames, D.R. dan D.R. Brink, 1997. Effect of Temperature on Cattle's Performance and Protein Efficiency Ratio. *J. Anim. Sci.*, 84:130-136
- Amundson, J.L., T.L. Mader, R. J. Rasby, dan Q. S. Hu, 2006. Environmental Effects on Pregnancy Rate in Beef Cattle. *J. Anim. Sci.* 84:3415-3420
- Anderson, B.E., 2000. Environment Physiology. Comstock Pub. Assoc. Cornell Univ. Press. Ithaca.
- Anonim, 2009. Blue Print Program Swasembada Daging Sapi 2010. Ditjennak, Jkt.
- Anonim, 2010. Laporan Pelaksanaan Inseminasi Buatan pada Sapi Potong Tahun 2008-2009 di Nusa Tenggara Barat. Disnak Prop. NTB. Mataram
- Anonim. 2011. *Kajian Pola Pengembangan Peternakan Rakyat Berwawasan Agribisnis*. Direktorat Jenderal Peternakan dan. Lembaga Penelitian IPB.
- Arman, C., I.B.Dwipa, dan L.W.Pribadi, 1990. Iimbangan Protein:Energi Ransum untuk Peningkatan Kualitas Daging Sapi Bali Melalui Penggemukan. *Maj. Ilmiah Peternakan "Bovine"*. 3(2):79-85
- Arman, C., I.P.Sudrana, L.A.Zainuri, L.W.Pribadi, 2007. Profil Produksi dan Reproduksi Sapi Bali di Nusa Tenggara Barat. Lap.Pent. Ks. Fak. Peternakan UNRAM dan Dinas Peternakan Prop. NTB. Mataram



- Ashari, M., 2013. Analisis Performan Produksi Sapi Bali dan Hasil Persilangannya dengan Sapi Simmental. Desertasi. PPs Univ. Brawijaya, Malang
- Astuti, J.M., 1999. Pengembangan Metode Seleksi dalam Manajemen Pemuliaan Ternak Potong. Dalam: Mated Workshop Pengembangan Bahan Ajar Manajemen Ternak Potong untuk Perguruan Tinggi. LB.G.Dwipa, LP.Sudrana, R.Jan, dan Lestari (eds). Fak. Peternakan Unram, Mataram.
- Astuti, J.M., 2004. Potensi dan Keragaman Genetik Sapi Peranakan Ongole (PO). *Bull. Pet.* 24(3):64-69
- As-Syakur, A., 2011. Pemutakhiran Peta Agroklimat Klasifikasi Oldeman di Pulau Lombok dengan Aplikasi Sistem Informasi Geografi. *J. Penelt. Lingkungan Indonesia.* 210:79-87
- Atmadilaga, D., 1999. Pengaruh Iklim Terharian Ternak. Dalam: Buku Simposium Meteorologi Pertanian. Bag. Klimatologi. Dep. Ilmu Penget. Alam, IPB.
- Azzam, M.D., S. J. Wilcox, dan M. Shibata, 1999. Factor Affecting Thermal Balance and Production of Ruminants in Hot Environment. A Review. *Mem.Nat.Inst.Anim.Ind.* 10:785-802
- Bazzi, H., 2011. Evaluation of Non-Genetic Factors Affecting Birth Weight in Sistani Cattle. *J. Anim.Vet.Advances.* 10(23):3095-3099
- Bazzi, H. dan M. Ghazaghi, 2011. The Effects of Some Environment Factors on the Birth Weight of Sistani Beef Calves. *J. Anim.Vet. Advances.* 10(22):2240-2243
- Bazzi, H. dan M. Alipanah, 2011. The Effects of Some Environment Factors on the Weaning Weight of Sistani Beef Calves. *J. Anim.Vet.Advances.* 10(11):1480-1483
- Baker, F.H., 1993. Beef Cattle Science Hand Book, Vol. 9. Westview Inc. Colorado.
- Bandini, Y., 1997. Sapi Bali. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Baile, C.A. dan J.M. Forbes, 1994. Control of Feed Intake and Regulation of Energy Balance in Ruminants. *Physiology Review,* 54:150-214
- Barnes, A., D. Beaty, E. Taylor, and M.Mc. Cathy, 2004. Physiology of Heat Stress in Cattle and sheep. *Aus.Meat&Livestock,* 209(2004):6-8
- BBIB Singosari, 2008. Tantangan dan Peluang Dalam Penyediaan Bibit Unggul Sapi. Disampaikan pada: Integrated Workshop di Kementerian Negara Ristek, 11 Desember 2008.
- Bearden, N.J. dan J.Fuquay, 1990. Applied Animal Reproduction. Reston Pub. Co. Inc. Hall., Reston, Virginia.



- Beatty, D.T., 2005. Prolonged and Continuous Heat Stress in Cattle: Physiology, Welfare, Electrolyte and Nutritional Interventions. Ph.D Thesis. School of Veterinary and Biomedical Sciences, Murdoch University, Australia
- Beatty, D.T., A. Barnes, E. Taylor, dan S. K. Maloney, 2006. Physiological Responses of Bos Taurus and Bos indicus Cattle to Prolonged Continuous Heat and Humidity. *J.Anim.Sci.* 84:972-985
- Berg, R.T., and R.M.Butterfeld, 1996. New Concept of Cattle Growth. Sydney Uni. Press, Sydney
- Bernabucci, U., N. Lacetera, L. H. Baumgard, R. P. Roard, dan A. Nardone, 2010. Metabolic and Hormonal Acclimation to Heat Stress in Domestic Ruminants. *J. Anim. Prod.* 4:1167-1183
- Bestari, J., A.R.Siregar, Y.Sani, dan P.Situmorang, 1998. °Performan Sapi Potong Hasil IB pada Tiga Ketinggian Tempat di Sumatera Barat. *Prosiding. Sem. Nas. Petern.dan Vet.* Balitnak dan Balitvet, Bogor
- BIBD NTB, 2010. Laporan Pelaksanaan IB pada Sapi Potong di NTB Tahun 2009-2010. Disnak Prov. NTB, Mataram
- BIBD NTB, 2011. Laporan Pelaksanaan IB pada Sapi Potong di NTB Tahun 2010-2011. Disnak Prov. NTB, Mataram
- Biggers, D., 1996. Effects of Heat Stress on Reproduction in Beef Cows.Oklahoma State University
- Blackshaw, J.K. dan A. W. Blackshaw, 1994. Heat Stress in Cattle and the Effect of Shade on Production and Behaviour: A Review. *Australian J. of Experimental Agric.* 34:285-295
- Blackely, J. and D.H. Bade, 1994. Ilmu Peternakan. B. Srigandono (Penterjemah). Gajah Mada Univ. Press., Yogyakarta
- Bligh, J., 1986. The Receptors Concerned in the Respiratory Respons to Humidity at High Ambient Evaporative Heat Lost Mechanism in Sheep. *J. Physiol.* 79:54
- Blue Print Program NTB Bumi Sejuta Sapi, 2013. Bappeda Prov. NTB., Mtr.
- Bogart, R., F.R.Ampy, and W.K.Jhonston Jr., 1993. Some Physiological Studies on Growth and Feed Efficiency of Beef Cattle. *J. Anim. Sci.* 22:993-1000
- Bohmanova, J., I.Misztal, dan J.B.Colet, 2007. Temperature Humidity Indices as Indicator of Milk Production Losses Due to Heat Stress. *J. Dairy Sci.* 90:1947-1956
- Boivin, X., P.LeNeindre, and J.M.Chupin, 1992.Establishment of Cattle-Human Relationship. *App. Anim.. Bhv. Sci.* 32:325-355



Borady, A.M.A., H. M. Morad, L. H. Bedier, dan R. H. Khattab, 2012. Seasonal Variation in the Reproductive Activity of Egyptian Cattle. *6<sup>th</sup> Int. Conf. Anim. Prod.* Zagazig Univ., Egypt. 6(2012):210-230

Brings, H.M. dan D.M.Brings, 2000. Modern Breeds of Livestock. Macmillan Pub. Co. Inc. London Macmillan Pub. London

Bubhun, M.W. dan M.S.Yakuen, 1997. Evaluation of Environmental Factors Affecting Birth, Weaning, and Yearling Traits of Sanga Cattle in Smallholder Periurban Dairy Herds in the Accra Plains of Ghana. *J. Trop. Anim. Vet.* 20:109-112

Buchram, N.L. dan M. G. Thomas, 2007. A Comparison of Birth Weight and Yearling Weight along with Cow Efficiency. *Proc. Corona Range and Livestock Research Center.* 19(1):56-61

Cammack, K.M., M. G. Thomas, dan R.M. Enns, 2009. *Review.* Reproductive Traits and Their Heritabilities in Beef Cattle. *The Profess. Anim. Scientist.* 25(2009):517-528

Carroll, J. A., N.C.Burdick, C.C.Chase, S.W.Colleman, D.E.Spiers, 2012. Influence of Environment Temperature on the Physiological, Endocrine, and Immune Responses in Livestock Exposed to a Provocative Immune Challenge. *Elsevier. Domestic Animal Endocrinology* xx(2012)xxx. [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

Chamdi, A. N., 2005. Karakteristik Sumber Daya Genetik Sapi Bali (*Bos bibos banteng*) dan Pola Konservasinya. *Biodiversitas* 6(1):70-75

Chostiniak, I., J.D.McEwan, D.R.Blatchford, M.Peaker, 1992. Blood Flow and Catecholamine Concentration in Bovine Skin During Thermal Sweating. *Aust. J. Agric. Res.* 6:776-785

Church, D.C., 1998. Digestive Physiology and Nutrition of Ruminant. 3<sup>th</sup> Ed. O&B Books Printing Inc., Corvailles, Oregon

Cockrill, W.R., 1994. The Husbandry and Health of the Domestic Buffalo. FAO of UN, Rhome

Collier, R.J., D. K. Breede, W. W. Tatcher dan G. J. Wilcox, 1992. Influence of Environment and It's Modification on Dairy Animal Health and Production. *J. Dairy. Sci.* 75:2713-2727

Collier, R.J. and R.B. Zimbelman, 2007. Heat Stress Effects on Cattle. 22<sup>nd</sup> Annual Southwest Nutrition & Management Conference, 22-23 February 2007. Tempe, Arizona. *ASWNMC Proc.*, 22:76-83

Cucco, H., 2009. Evaluation of Non-Genetic Factors Affecting Weaning Weight in Sistani Cattle. *J. Anim. and Vet. Advances.* 10(23):3095-3099



- Curtis, S.E., 1993. Environment Management in Animal Agriculture. Iowa State University Press, Ames
- Curtis, S.E., 1994. Responses of Piglet to Perinatal Stressors. *J. Anim. Sci.* 83:1031-1036.
- Daader, A.H., I.F.M. Marai, A.A. Habeeb, and Yousef, H.M., 1999. Improvement of Growth Performance of Friesian Calves Under Egyptian Subtropical Condition. *Proc. Anim. Prod.* 2:595-605
- Dadt, H., G. F. Jordan, S. J. Schoeman, dan J. van der Westhuizen, 2002. The Effect of Charolis and Hereford Sires and Stright Bred and Crossbred Dams on Pre Weaning Growth of Calves. *South African J. of Anim. Sci.* 32(1):38-43
- Dahlen, C. R. dan C. L. Stoltenow, 2012. Dealing with Heat Stress in Beef Cattle Operation. NDSU Extension Service. Dakota State Univ., Fargo
- Damanck, Z.A., 1997. Environment Heat Exposure Effect on Reproductive Efficiency of Brangus-Ibage Cows. *Ciensia Rural*, 24(3):108-114
- Davis, M.S., T. L. Mader, S. M. Holt, dan A. M. Parkhust, 2003. Strategies to Reduce Feedlot Cattle Heat Stress. *J. Anim. Sci.* 81:649-661
- De Carvalho, M. da Cruz, Soeparno, dan N. Ngadiono, 2010. Growth and Carcass Production of Ongole Crossbred Cattle and Simmental-Ongole Crossbred Cattle in Feedlot System. *Bull. Pet. Indo.* 34(1):38-46
- Deneberg, V.H., J.M. V'Joodshoock, and K.M. Rosenberg, 1998. Longterm Effects of Preweaning and Postweaning Free Environment Experience on Cattles Problem Solving Behavior. *J. Comparative Physiol.* 66:533-538
- Depamede, S.N., L.W. Pribadi, M. Ali, dan M. Sriasih, 2008. Buku Ajar: Fisiologi Temak. Lab. Fisiologi dan Biokimia, Fak. Petr. Univ. Mataram, Mataram
- Dhaddo, J.A., 2004. Energy Requirement and Utilize of Weaning and Yearling Sistani x Simmental Crossbred Cattles Under Thermal Stress and Thermal Comfort Environment. *World App. Sci. J.* 3(4):44-51
- Ditjennak, 2011. Blue Print Program Swasembada Daging Sapi 2014. Ditjennak, Jkt.
- Diwyanto, K. dan I. Inounu, 2009. Dampak Crossbreeding dalam Program Inseminasi Buatan Terhadap Kinerja Reproduksi dan Budidaya Sapi Potong. *J. Wartazoa.* 19(2):93-102
- Drajat, A.S., 2002. Evaluasi Seperempat Abad Pelaksanaan Inseminasi Buatan pada Sapi Potong di Nusa Tenggara Barat. *J. Ilmu dan Tek. Petern.* 2(3):2633



- Dunlap, S.E. dan C. K. Vincent, 1995. Influence of Post-Breeding Thermal Stress on Conception Rate of Beef Cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 32:1216-1217
- Dwipa, I.B.G., H. Poerwoto, Ridawan, dan Ashari, 2003. Performan Sapi Bali dan Silangan Bali x Limousin Lepas Sapih hingga Umur 550 hari pada Beberapa Lokasi dengan Karakteristik Bioklimat Berbeda di Pulau Lombok. *J. Ilmu dan Tek. Pet. (JITP)*, 3(12):206-215
- Dwiyanto, K., 2008. Pemanfaatan sumberdaya lokal dan inovasi teknologi dalam mendukung pengembangan sapi potong di Indonesia. *Pengembangan Inovasi Pertanian*, 1(3):173-188
- Ebangi, A.L., G. J. Erasmus, D. A. Mbah, C. L. Tawah, dan O'Mesine, 2002. Factors Affecting Growth Performance in Purebred Gudali and Two-Breed Synthetic Waka Beef Cattle in a Tropical Environment. Review. *Elev. Med. Vet. Phys. Trop.* 55(2):149-157
- Ellis, W. W., B. Sibbit, dan J. F. Lasley, 1999. Effect of Mating System on Weaning Traits in Beef Cattle. *J. Anim. Sci.* 48:7-12
- El-Masry, K.A., 1997. The Role of Thyroxine in Improving Productivity of Stressed Farm Animals with Different Techniques. Ph.D Thesis. Faculty of Agriculture, Zagazig University, Zagazig, Egypt
- Esmey, M.I., 1979. Principle of Animal Environment. The Avi Pub. Inc. Westport
- Espasandin, A.G., J.I.Qrieste, L.T.Campos, M.M.deAlencar, 2011. Genotype x Country Interaction for Weaning Weight in Angus Population of Brazil and Uruguay. *J.Bras. Zootec.* 40(3):568-574
- Everling, J. M., F. G. Wodzica, dan L. B. Cress, 2001. Evaluation of Non-Genetic Factors Affecting Birth and Weaning Weight in Red Swedish Cattle. *J. Anim. and Vet. Advances.* 1(3):195-199
- Fachri, A., I. G. L. Media, L. A. Zainuri, dan Muhzi, 2009. Profil Kelompok Peternak dengan Manajemen Kandang Kolektif di Nusa Tenggara Barat. *J. Ilmu dan Tek. Peternakan.* 2(9):162-170
- Falconer, D.S. and T.F.C. Mackay, 1996. Introduction to Quantitative Genetics. 4<sup>th</sup> Ed. Longman, Harlow, UK.
- Farghaly, H.A., 1994. Comparison of Reproductive Performance in Belgian Dairy and Beef Cattle. *Theriogenology*, 41:1099-1114.
- Farooq, U., H.A. Samad, F. Shehzard, and A. Qoyyum, 2010. Physiological Responses of Cattle to Heat Stress. *World Appl. Sci. J.* 8:38-43
- Frandsen, R.D., 1992. Anatomi dan Fisiologi Ternak. Srigandono, B. dan K. Praseno (Penterjemah). Gajah Mada University Press, Yogyakarta



- Freeman, A.E., 1994. Sire Evaluation and the Reproductive Complex. *J. Dairy Sci.* 67:449-458
- Fuquay, T.W., 1991. Heat Stress as it Affects Animal Production. *J. Anim. Sci.*, 52:164
- Faycha, N.S., 1996. Animal Nutrition and Growth Manual. CUSO & CRC Press. Inc., Boca Raton
- Gary, R. H., 2007. Crossbreeding System in Beef Cattle. IFAS Extension Service, Univ. of Florida
- Gaughan, J.B. dan T.L. Mader, 2007. Managing Heat Stress on Feedlot Cattle through Nutrition. *Rec. Advances in Anim. Nutrition*, Armidale NSW, 8-12 July 2007
- Ghony, H.M.D dan F. Almansur, 2011. Pedoman Praktis Penelitian Doktorat. UIN-Maliki Press, Malang
- Girindra, A., 1993. Metabolisme Mineral. Dalam: Aspek Mineral dalam Tubuh Hewan. Girindra, A., D.T.H.Sihombing, dan B.Suardi (Eds.). IPB Press, Bogor
- Glimp, H., 1998. Influence of Dietary Energy of Steer upon Rate of Gain and Carcass Characteristics. *J. Anim. Sci.* 65:250-250
- Goyache, F. dan J. P. Guterrez, 2001. Heretability of Reproductive Traits in Asturiana de los Valles Beef cattle Breed. *Arch. Tierz.* 44:489-496
- Gufran, 1995. Telaah Ragam dan Produksi, Porsi Pemberian dan Konsumsi, Serta Nilai Pakan Sapi Bali Kereman Hubungannya dengan Pertumbuhan. *Maj. Ilmiah Pet. "Bovine"*. 4(3):55-62
- Gunawn, A., R. Sarr, Y. Parwt, dan M. J. Uddn, 2011. Non Genetic Factors Effect on Reproductive Performance and Prewearing Mortality from Artificially and Naturally Bred in Cattle. *J.Ind.Trop.Anim.Agric.* 36(2):83-90
- Habeeb, A.A.M., F.M.Marai, dan T.H.Kamal, 1992. Heat Stress. In: Farm Animal and The Environment. Phillips, C and D.Piggins (Eds.). C.A.B. Int., UK
- Hafez, E.S.E. dan B. Hafez, 2008. Reproduction in Farm Animals. 7<sup>th</sup> Ed. Blackwell Pub., Ames, Iowa.
- Hall, J.G., C. Branton, dan J. E. Stone, 1995. Estrus, Estrus Cycle, Ovulation Time, Time of Service, and Fertility of Dairy Cattle in Louisiana. *J. Dairy Sci.*, 142:1086
- Hanafiah, A., 2002. Performan of Farming System institution on Beef Cattle Fattening in Majalengka Regency. *J. Petr. dan Pengb Pertanian Ind.*, 21(4):148-157



Handley, J., 2010. Crossbreeding System for Beef Production. *Agric. Food and Rural Affairs*. University of Guelph, Canada

Hansen, P. J., 2004. Physiological and Cellular Adaptation of Zebu Cattle to Thermal Stress. *Anim. Rep. Sci.* (82-83):349-360

Hansen, P. J., 2009. Effect of Heat Stress on Mammalian Reproduction. Review. *Phill. Trans. R. Soc. B.* (2009)364:3341-3350

Hardjoprnjoto, S., 1995. Ilmu Kemajiran pada Ternak. Airlangga Univ. Press. Sby.

Hardjoprnjoto, S., 1997. Permasalahan Reproduksi pada Sapi Potong. Pros. Sem. Nas. Pengembangan Sapi Potong Indonesia. Soetomo, M., D. Hariyadi, dan Hermawan (Eds.), DPP-PPSKI, Jkt.

Hardjosubroto, W. dan J.M. Astuti, 1993. Buku Pintar Peternakan. PT. Gramedia Widiasarana Indonesia, Jkt.

Hardjosubroto, W., 1994. Aplikasi Pemuliaan Ternak di Lapangan. Jakarta. PT. Gramedia Widiasarana Indonesia.

Hardjosubroto, W., 1995. Kebijakan Pengembangan Sapi Potong di Kawasan Timur Indonesia. *dalam*: Peternakan Sapi di Kawasan Timur Indonesia: Pendorong, Prospek Pengembangan dan Kendala. Sarwono, B.D., S.H. Dilaga, Y.A. Sutaryono (Eds) Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Sapi Potong di Kawasan Timur Indonesia. Ks. Direktorat Jendral Peternakan - Fak. Peternakan UNRAM. Mataram

Hardjosubroto, W., 2002. Arah dan Sasaran Penelitian Sapi potong di Indonesia: Tinjauan dari Segi Pemuliaan Ternak. Dalam: Workshop Sapi Potong, Puslitbangnak, Bogor 11-12 April 2002

Herbein, J.H., R.J. Aiello, L.I. Eckler, L.E. Pearson, and R.M. Akers. 1995. Glucosa Concentration in Blood Plasma of Lactating Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 68:320-325

Hertz, A dan D. Steinhaufl, 1978. The Reaction of Domestic Animal to Heat Stress. *J. Anim. Research and Dev.*, 7:99-108

Irawanto, B. 1997. Analisis Glukosa, Zat Besi, dan Hemoglobin pada Beberapa Jenis Kerbau Lokal. *Maj. Ilmiah Peternakan Indonesia.* 83(11):48-53

Jhowat, Z.J. dan L.A. Fykhun, 1997. Environmental Factors Influencing the Production and Welfare of Farm Animal: A Review. *J. Agrc. Sci.*, 106:355--364.

Jainudeen, M.R. dan E.S.E. Hafez, 2008. Cattle and Buffalo. Dalam: *Reproduction In Farm Animal.* Hafez, E.S.E. dan B. Hafez (Eds.). Blackwell Pub. Ames, Iowa.



- Kamal, M.M., 2010. A Review on Cattle Reproduction in Bangladesh. *Int.J.Dairy Sci.* 5:245-252
- Kamal, M.M., M.M. Rahman, H.W. Momont, dan Shamsuddin, 2012. Underlying Disorders of Postpartum Anoestrus and Effectiveness of their Treatments in Crossbred Cows. *Asian J.Anim.Sci.* 6(3):132-139
- Kaneko, J.J., 1991. Clinical Biochemistry of Domestic Animals. 2<sup>nd</sup> Ed. Vol. I. Academic Press. New York, San Fransisco, London
- Knap, P.W., 2007. Genotype by Environment Interaction for Litter Size in Pigs. *Animalia*.2:1742-1747
- Kolmodin, R., E. Stranberg, P. Madsen, J. Jensen, and H. Jordani, 2002. Genotype by Environment Interaction in Nordic Dairy Cattle. *Acta.Agric.and.Anim.Sci.* 52:11-24
- Kress, D.D., D.E.Doombos, D.C.Anderson, and D.Rossi, 1992. Performance of Crosses Among Hereford, Angus, and Simmental Cattle with Different Levels of Simmental Breeding. *J. Anim. Sci.*, 70:2682-2687
- Kuehn, L. A. dan R. M. Thallman, 2012. Mean EPD's Report by Different Breed. Proc. Beef Improvement Federation 44<sup>th</sup> Research Symposium an Annual Meeting. April 18-21 2012: 147-151
- Kusumaningsih, A. 2002. A Glance of Cattle (*Bos javanicus*) as an Indonesian Natural Resource. [http://rudycr.250x.com/sem1\\_012/anni\\_kusumaningsih.htm](http://rudycr.250x.com/sem1_012/anni_kusumaningsih.htm).
- Kuthi, Z.H., K. Javed, N. Ahmad, 2007. Reproductive Performance of Indigenous Cows of Azad Kashmir. *J.Anim.Plant.Sci.* 17:47-51
- Lakitan, B., 2002. Dasar-Dasar Klimatologi. Cet. ke-2. Raja Grafindo Persada, Jkt.
- Lana, K., D. Djagra, dan K. Sulandra. 1999. Bobot lahir sapi Bali. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Penunjang Peternakan*. Denpasar, Bali: Universitas Udayana.
- LeDividich, J., P.Herpin, P.A.Geraert, and M.Fermorel. 1994. Cold Stress. In: *Farm Animals and The Environment*. Phillips, C. and D.Piggins (Eds). C.A.B. Intr., UK
- Lee, J.A., J.D. Roussel, and J.F. Beaty. 1996. Effect of Temperature-Season on Adrenal Cortical Function Blood Cell Profile and Milk Production. *J. Dairy Sci.* 59:104-114
- Lelana, N.E., Sutarno, dan N. Etikawati. 2003. Identifikasi polimorfisme pada fragmen ND-5 DNA mitokondria sapi Benggala dan Madura dengan teknik PCR-RLFP. *Biodiversitas* 4(1):1-6.



Linderoth, S. 2005. Cooldown Comparison: System to Beat Summer Heat Stress. <http://www.fffc.agen.org/library/abstract/eb529.htm>

Lindsay, D.R., K.W. Entwistle, dan A. Winantea. 1992. Reproduksi Ternak di Indonesia. Fak. Peternakan dan Perikanan Univ. Brawijaya, Malang

Lunn, D., 2012. Managing Heat Stress in Beef Cattle. Nutrifax, Shur-Gain, Nutreco Canada Inc.

Lymo, Z.C., R. Nkya, L. Schoonman, dan F.J.C.M. van Eirdenburg, 2004. Postpartum Reproductive Performance of Crossbred Dairy Cattle on Smallholder Farms in Sub-humid Coastal Tanzania. *J.Trop.Anim.Healt Prod.* 36:269-279

Macfarlane, W.N., 1998. Assesment of Optimal Temperature for Performance and Chamental Body Composition. *J. Livestock Prod. Sci.* 24:101-105

Mach, K., 2009. Comparison of Body Weight and Reproduction Performance in Cows of Various Beef Breeds Managed under Equal Conditions in West Pemorania. *Arch Tierz.* 51:318-328

Mader, T.L., M.S. Davis, dan T.M. Brown-Brandl, 2006. Environment Factors Influencing Heat Stress in Feedlot Cattle. *J. Anim. Sci.* 84:712-719

Makkin, M., 2002. Estimasi Kebutuhan Energi untuk Aktivitas Termoregulasi pada Sapi Perah Friesien Holstain. *J. Pet. Indo.* 11(2):223-229

Manalu, D., A. Sudono, dan B.P. Purwanto, 2003. Respon Termoregulasi Sapi Bangsa Berbeda yang Diberi Naungan dan Tanpa Naungan dengan Pemberian Pakan Berbeda. *J. Forum Pascasarjana.* 26(1):31-39

Maricle, E.A., 2008. Genotipe by Environment Interaction Estimated By Using Reaction Norms in Cattle. *Ph.D Thesis*, Uniy. of Missouri, Columbia

Marrai, L.E.M., A. H. Daader, A. A. Habeeb, and H. M. Yousef, 1991. Effect of Winter and Summer Environmental Conditions on Freisian Calves in Egypt

Martoyo, H., 1995. Aspek Pemuliaan dalam Pengembangan Peternakan Sapi Potong di Kawasan Indonesia Timur. *dalam: Peternakan Sapi di Kawasan Timur Indonesia. Pendorong, Prospek Pengembangan dan Kendala.* Sarwono, B.D., S.H. Dilaga, Y.A. Sutaryono (Eds). *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Sapi Potong di Kawasan Timur Indonesia.* Ks. Direktorat Jendral Peternakan - Fak. Peternakan UNRAM. Mataram

Martoyo H. 1999. Pengembangan peternakan di Sumatera dalam menyongsong era tinggal landas. *Prosiding Seminar Nasional Peternakan.* Padang, 14-15 September, 1988.



Maskur, 2005. Identifikasi Genetik Menggunakan Marker Mikrosatelit dan Hubungannya dengan Sifat Kuantitatif pada Sapi Bali. *J. Ilmu dan Tek. Petr.* (JiTP), 2(1):270-276

Mattar, M., L.O.C.Silva, M.M.Alencar, and F.F.Cardos., 2011. Genotype x Environment Interaction for Long Yearling Weight in Canchim Cattle Quantified by Reaction Norm Analysis. *J. Anim. Sci.*, 89:2349-2.355

Mawati, S., Warsino, dan A. Purnomoadi, 2004. Pengaruh Pemberian Zat Phytogenic terhadap Hematokrit, Urea, dan Glukosa Darah pada Domba Lokal Jantan. *J. Pengemb.Pet.Trop.* Special Edition:115-120

McNeil, M.D. dan L.E. Matjuda, 2007. Breeding Objective for Angus and Charolis Specialized Sire Lines. *S.Afr.J.Anim.Sci.* 37:1-10

Meyer, K., 1992. Variance Components due to Direct and Maternal Effects for Growth Traits of Australian Beef Cattle. *Livest. Prod. Sci.* 31:179-204.

Moberg, G.P., 1995. Biological Response to Stress: Key to Assessment of Animal Well-Being. dalam: Animal Stress. G.P. Moberg (Ed). Wapery Press, Inc., Baltimore, Maryland

Mohamed, A.A., 1994. Physiological Changes in the Reproductive Organs of Buffaloes from Parturition to Conception. *J. Agrc. Sci.*, 96:275-290

Monge, Sr. and C. Monge, Jr., 1998. Adaptation to High Altitude. In: Adaptation of Domestic Animals. Hafez, E.S.E. (ed), Lea and Fibiger. Philadelphia

Monstma, G., 1994. Tropical Animal Production I: Climate and Housing. Lecture Notes, E400:103

Montaldo, H.H., 2001. Genotipe By Environment Interaction in Livestock Breeding Programs: A Review. *J. Interciencia*, 26(006):229-235

Moran.J.B., 1990. Performans dari sapi-sapi Pedaging di Indonesia dalam Kondisi Pengelolaan Tradisional dan Diperbaiki. *Laporan Seminar Ruminansia II*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Ternak.

Morrison, S.R. and G.P.Lofgreen, 1999. Beef Cattle Respons to Air Temperature. *American Soc. Of Agrc.Engineering*, 22:861-872

Mount, L.E., 1995. Adaptation to Thermal Environment, Man and the Productive Animal. Edw.Arn., London

Mulick, S. K. dan O. Syirtad, 1990. Genetic and Environmental Causes of Variation In Birth Weight of Nallore Cattle. *J. Agr. Sci.*, 74:409-413.

Mulder, H.A. and P. Bijma, 2005. Effects of Genotype x Environment Interaction on Genetic Gain in Breeding Programs. *J. Anim.Sci.* 83:49-51



Muniz, C.A.S.D., L.C. Pellicioni, dan S.A. Quciroz, 2000. Weaning Weight, Preweaning Average Daily Gain and Age at First Calving Performance Evaluation of Nallore and Crossbred in West Brazil. Proc. 6<sup>th</sup> World Congress on Genetic Applied to Livestock Production, Armidale. 23:544-556

N'krumah, J.D., J.A. Basarab, Z. Wang, E.K. Okine, D. H. Crews, dan S.S. Moore, 2007. Genetic and Phenotypic Relationship of Feed Intake and Measures of Efficiency with Growth of Beef Cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 85:2711-2720

Noakes, D., 2000. Fertility and Infertility. Dalam: The Health of Dairy Cattle. Andrews, A.H. (Ed.). Blackwell Sc., Oxpord. Pp 108-148

Noor, R.R., A. Farajallah, dan M. Karmita, 2001. The Purity Test of Bali Cattle by Haemoglobin Analysis Using Isoelectric Focusing Method. *J. Hayati* 8:107-111.

Nugroho, H., 2012. Produktivitas Sapi Peranakan Ongole dan Silangannya di Peternakan Rakyat pada Ketinggian Tempat Berbeda di Jawa Timur. Desertasi. Prog. Doktor Ilmu Ternak, FPs Universitas Brawijaya, Malang

NRC, 1996. Nutrient Requirement of Beef Cattle. 6<sup>th</sup> Rev. Ed., Nat. Ac. Press, Washington DC.

N'thonx, L.I.P., 2004. Maternal Environment of Suckling Cows and Preweaning Performance of N'dama Calves in Hot Climatic Region of Ashant Ghana. *Pak. Vet. J.* 31:209-213

Obese, F.Y., D.A. Acheampong, dan K.A. Darfour-Oduro, 2013. Growth and Reproductive Traits of Friesien x Sanga Crossbred Cattle in the Accra Plaís of Ghana. *Afr. J. Food Agric. Nutrition Dev.* 13(2):7362-7371

Od'Ompanich, W., 1991. Energetical Capacity of Brahman Cattle Utilized in Soil Tillage Operation. *ACIAR Druought Anim. Bull.*, 59:112-119

Oka, I.G.L. dan D. Darmadja, 1998. History and Development of Bali Cattle. IAEUP Proc. 10:226-233

Olawumi, S.O. dan A. E. Salako, 2010. Genetic Parameters and Factors Affecting Reproductive Performance of White Fulani Cattle in Nigeria. *J. Global Vet.* 5:255-258.

Oldeman, R.L., 1990. Climatological Maps of Nusa Tenggara. Deptan RI, Jkt.

Olusanya, S. dan E. Heat, 1995. Anatomy and Physiology of Tropical Livestock. Longman Group LTD., Singapore



Olson, L.W., L.V.Cundiff, G.E.Dickerson, and K.E.Gregory, 1997. Maternal Heterosis Effects on Post Weaning Growth Efficiency in Cattle. *J. Anim Sci.*, 46:1534-1551

Opsomer, G., M. Coryn, H. Deluiker, dan A de Cruif, 1998. An Analysis of Ovarian Disfunction in High Yielding Dairy Cows After Calving Based on Progesterone Profiles. *Reprod.Domestic Anim. J.* 33:193-204

Owen, J.B., 1992. Genotipe-Environment Interaction. In: *Farm Animals and The Environment*. C.A.B. International, UK

Ozluturk, A., M. Yanar, N. Tuzemen, dan S. Copuzlu, 2006. Calving and Prewaning Growth Performance Traits of Calves Sired by Charolis, Simmental, and Eastern Anatolian Red Bulls. *Turk J. Vet. Anim. Sci.* 30(2006):257-263

Pane, L, 1993. Pemuliabiakan Ternak Sapi. PT. Gramedia, Jkt.

Pegolo, N.T., H.N.Oliveira, G.Albuquerque, P.F.Bezerra, and R.B.Lobo, 2009. Genetic x Environmnt interaction for 450-day Weight of Nelere Cattle Analyzed by Reaction Norm Models. *Genet. Mol. Biol.*, 32(2):100-113

Piggins, D., 1994. Environmntal Factors Influencing the Production and Welfare of Farm Animals. C.A.B. Int., UK

Phillips, C and D. Piggins, 1992. *Farm Animals and The Environment*. C.A.B. International, UK

Plank, S., J. Parish, dan T. Smith, 2013. Crossbreeding System for Beef Cattle. Extension Service, Mississippi State Univ.

Preston, T.R. dan R.A.Leng, 1997. Matching Ruminant Production System with Available Resources in the Tropic and Sub Tropics. 1<sup>st</sup> Printed by Int. Colour Prod., Aust.

Pribadi, L. W., 1993. Sifat-Sifat Kualitatif Sapi Silangan Bali x Limousin (Limbal) dan Bali x Simmental (Simbal) di Nusa Tenggara Barat. *Maj. Ilmiah Universitas Mataram, ORYZA.* 11:46-53

Pribadi, L.W., 2001. Produktivitas Sapi Bali pada Berbagai Tipe Iklim di Pulau Lombok. *J. Ipteks "Skala"*. 4(1):106-115

Pribadi, L.W., 2002. Respon Fisiologis Sapi Limbal dan Simbal Terhadap Cekaman Kerja dalam Pengolahan Lahan Pertanian. *J. Penl. Pascasarjana Unpad.* 19(1):59-65

Purbowati, E. dan Purnomoadi, 2005. Respon Fisiologis Domba Lokal Akibat Pengangkutan dari Dataran Tinggi ke Dataran Rendah. *Proc. Sem.Nas.Pet. Vet.* 1(2005):539-544



- Putro, P.P., 2012. Dampak Crossbreeding Terhadap Reproduksi Induk dan Turunannya. *Makalah Lokakarya Crossbreeding Sapi Potong di Indonesia: Aptikasi dan Implikasinya terhadap Perkembangan Ternak Sapi di Indonesia*. Lustrum VIII Fak. Peter. UGM, 8 Agust 2009, Fapet UGM, Ygyk.
- Queroz, A.S. dan C.a.S.D. Muniz, 1998. Post Weaning Traits of Strightbred and Crossbred Nellore Cattle in West Brazil. *Proc. 6<sup>th</sup> World Congress on Genetic Applied to Livestock Production*, Armidale. 23:558-564
- Ramdani, D., 2008. Pengaruh Heat Stress terhadap Performa Sapi Potong. *Proc.Sem.Nas. Sapi Potong*, Palu, 24 Nov. 2008. pp 67-77
- Rahnefeld, G.W., G. M. Weiss, H. T. Fredeen, J. E. Lawson, dan J. A. Newman, 1998. Genetic Effects on Postweaning Growth of Three-Way Cross Beef Cattle. *Can.J.Anim.Sci.* 68:647-654
- Rao, A.P.K., 1997. *Animal Physiology and Ecology*. 6<sup>th</sup> ed. S.Chand and Co. LTD., Ram Nagar, New Delhi
- Rimayanti, B.Retno, U.Budi, dan S.W.Retno, 1994. Kadar Hemoglobin dan *Packed Cell Volume* dalam Kasus Kawin Berulang pada Sapi Perah. *Media Ked.Hewan.* 10(2):21-27
- Rosyidi, A. 2004. Laju Pertumbuhan Sapi Bali (*Bos sondaicus*) dan Silangannya dengan *Bos taurus* pada Berbagai Tingkat Gangguan Caplak. *J. Oryza.* 12(3):114-120
- Rukkwamsuk, T., 2011. Effect of Nutrition on Reproductive Performance of Postparturient Dairy Cows in the Tropics: A Review. *Thai.J.Vet.Med.Suppl.* 41:103-107
- Samee, A.M., 1997. The Role of Improving Productivity of Heat Stress Farm Animal with Different Techniques.in: *Review on Physiology of Heat Stress in Farm Animal*. Habeeb, A.A.M. (ed). C.A.B. Int., UK.
- Santosa, U., 1997. *Pengembangan Agribisnis Penggemukan Pedet*. G.M.Offset, Bandung
- Sasangka, B.H., 2001. Performan Sapi-Sapi Crossbred Hasil Inseminasi Buatan. *Pros. Sem.Nas.Pet. Vet.Balitnak & Balitvet*, Bogor, 3(2):97-104
- Schmidt, S. J., S. D. Bowers, T. Dickerson, B. S. Gandy, 2006. Gestational, Periparturient Growth Traits of Holstein F1 Crossbred Dairy Calves Born to Holstein Dams. *Trop. Anim. Health Prod.* 38(3):249-260
- Scholtz, M.M., C.Z. Roux, dan P.E. Lombard, 2010. Breeding Strategies for Beef Cattle in Sub Tropic and Tropics Terminal Cross Breeding. *Proc. 6<sup>th</sup> World Congress on Genetic Applied to Livestock Production*, Armidale. 23:372-381



Scholtz, M. M. and A. Teunissen, 2010. The Use of Indigenous Cattle in Terminal Crossbreeding to Improve Beef Cattle Production in Sub-Saharan Africa. *Anim. Gen. Resources*, 46(2010):33-39

Short, R. E., M. D. MacNeil, M. D. Grosz, D. E. Gerrad, dan E. E. Grings, 2002. Pleiotropic Effect in Hereford, Limousin, and Piedmontese F2 Crossbred Calves. *J. Anim. Sci.* 80:1-11

Shresta, H.K., T. Nakao, T. Higaki, T. Suzuki, dan M. Akita, 2004. Resumption of Postpartum Ovarian Cyclicity in High Producing Hostein Cows. *Theriogenology*, 61:637-649

Singh, G., A. Kour, G.P. Pathak, 2014. Impact of Environmental Factors on Production and Reproduction in Domestic Animals. *IOSR-JAVS*, 7(2)(III):10-12

Siregar, A.R., J. Bestart, R.H. Matondang, Y. Sani, dan H. Panjaitan, 2001. Penentuan Sistem Breeding Sapi Potong Program IB di Provinsi Sumatera Barat. Proc. Sem. Nas. Pet. dan Vet., BP Vet., Bogor. pp 113-121

Soeharsono, 1998. Bionomika Ternak. Padjadjaran Univ. Press., Bdg.

Soejanto, B. 1992. Perbandingan Dayatahan Panas Beberapa Bangsa Sapi Potong Berdasarkan Respon Fisiologis terhadap Kondisi Thermal Dataran Rendah di Indonesia. Dalam: Prosiding Simposium Ikatan Ahli Ilmu Faal Indonesia (IAIFI). Fak. Kedokteran Univ. Airlangga, Surabaya, 11-12 November 1982.

Soekardono, L.W. Pribadi, S.N. Depamede, K. Wiryawan, 2007. Evaluasi Pembangunan Peternakan di Nusa Tenggara Barat 2006-2007. Ditjennak, Deptan RI, Jkt.

Soekardono, Asnawi, L.M. Kasip, dan Erwan, 2011. Evaluasi Pembangunan Peternakan di Nusa Tenggara Barat 2010-2011. Ditjennak, Deptan RI, Jkt.

Strand, F. L., 1998. Physiology a Regulatory System Approach. Macmillan Pub. Co., Inc. NY

Subandriyo, 2009. Dampak Crossbreeding Terhadap Keanekaragaman Sumberdaya Genetik Sapi Potong. Lokanas Pengembangan Sapi Potong, Lustrum VIII Fak. Peternakan UGM, Yogyakarta 8 Agustus 2009

Sudono, A., D. Manalu, dan B.P. Purwanto, 2003. Respon Termoregulasi Sapi Bangsa Berbeda yang Diberi Naungan dan Tanpa Naungan dengan Pemberian Pakan Berbeda. *J. Forum Pascasarjana*, 26(1):31-39

Sudirman, 2013. Evaluasi Pakan Tropis. Edisi 1. Pustaka Reka Cipta, Bandung



Sumaryadi, M.Y., 1995. Respon Fisiologis dan Pertumbuhan Domba Lokal dan Silangan terhadap Perubahan Ketinggian Tempat (Elevasi). *J. Penlt. Pascasarjana Unpad*. 18(3):179-186

Talib, C., K. Entwistle, A.Siregar, S.Budiarti, and D. Lindsay. 2003. Survey on Population and Production Dynamics of Bali Cattle and Existing Breeding Programs in Indonesia. *ACIAR Proc.* 110:3-8

Tang, G., J. Stewart, G. Plasto, S. Moore, dan Z. Wang, 2011. Optimizing a Beef Production System Using Specialized Sire and Dam Lines. *Can. J. Anim. Sci.* 91:353-361

Taylor, R.E., 1994. Beef Production and the Industry. Mc.Millan Pub. Co., New York

Tchanosod, J., W. Od'Ompanich, and A.F.Anglemier, 1991.A Review on Effects of Breed Composition on Feed Intake and Growth Efficiency in Beef Cattle. *A.I.T. Bull. Research in App. Physiol.* 11:75-85

Thompson, R.B., 1993. A Short Text Book of Haematology.6<sup>th</sup> Ed. Pitman Med. Co. London

Thrift, F.A., M.A.Brown, and T.A.Thrift, 2010.A Review of Genotype x Environment Interaction Studies Conducted in the U.S. Involving Cattle Varying in Percentage *Bos indicus* Inheritance. *J. Profess. Anim. Sci.* 16:149-158

Tjasyon, B., 2004. *Klimatologi*.Cet. ke2. ITB Press, Bandung

Toelihere, M.R., 1993. Inseminasi Buatan pada Ternak. PT. Angkasa, Bdg.

Toelihere, M.R., 2002. Increasing the Success Rate and Adoption of Artificial Insemination for Genetic Improvement of Bali Cattle. *ACIAR Proc.* 4(7):48-53

Topzal, M., V. Aksakal, B. Bayram, dan A. M. Yaganoglu, 2010. An Analysis of the Factors Affecting Birth Weight in Swedish Red Cattle. *J. Anim. Plan. Sci.*20:63-69

Turner, H.N. 1991. Animal genetic resources.*Int. Goat and Sheep Res.* 1(4):243.

Turnpenny, J.R., 2004. The Impact of Climat Change on the Thermal Balance of UK Livestock.Ph.D Thesis University of Nottingham. ASAE Pub.

Umar, A.R., dan I.B.G.Dwipa, 1998. Penampilan Sapi Bali dan Hasil Persilangannya di Nusa Tenggara Barat. *Maj. Ilmiah Peternakan "Bovine"*, 10(2):88-97

van Niekerk, M., F.W.C.Neser, and J.B.van Wyk, 2004. Genotype x Ecological Region Interaction in Nguni Cattle Breed. *South African Journal of Anim. Sci.*, 34(supp. 2):116-119



Vercoe, J.E. and J.E.Frisch, 1992.Genotype and Environment interaction with Particular Reference to Cattle in the Tropics. *AJAS*, 5(3):401-409

Vercoe, J.E. dan J.E. Frisch. 1990. Pemuliaan dari segi genetik sapi pedaging di daerah tropik. *Laporan Seminar Ruminansia II*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Temak.

Vermorel, M., 1997. Effects of Climatic Conditions on Energy Metabolism and Performance of Calves. Dalam: *Energy Metabolism in Farm Animals*. Verstegen, M.W.A. and A.M.Hanken (Eds.). Martinus Nijhoff. Pub., Dordrecht, Boston. pp.180-198

Vostry, L., J.Fribyl, W.Schlote, Z.Vesela, and K.Mach, 2009.Estimation of Animal x Environment Interaction in Czech Beef Cattle. *Archiv Tierzucht*, 52(1):15-22

Wang, Z., J.D.Nkrumah, J.A.Basarab, and S.S.Moore, 2006. Test Duration for Growth and Feed Efficiency in Beef Cattle Using the Grow Safe System. *J. Anim. Sci.* 84(9):2289-2298

Warwick, E.J., M.Astuti, dan W.Hardjosebroto, 1993. Pemuliaan Temak. Gajah Mada Univ. Press, Yogyakarta

Weaber, B. dan M. Spangler, 2013. Crossbreeding Tools to Increase Profitability.National Assosiation of Animal Breeding (NAAB) Report. Kansas State Univ. and Univ. of Nebraska, Lincoln, 2013:34-57

Webster, A.I.F., 1996. The Influence of the Climate Environmenton Metabolism in Cattle. Butterworths, London

Widhiastuti, T., 2009. Kinerja Pencernaan dan Efisiensi Energi pada Sapi PO yang Diberi Pakan Limbah Kobis dan Suplemen Zn dan Alginat. *J.Pentl.PPs.Undip*. 10:201-209

Williams, J.L., J.K. Bertrand, dan M. Lukaszewicz, 2012. Genotipe by Environment Interaction for Growth due to Altitude in United States Angus Cattle. *J. Anim. Sci.* 90:2152-2158

Wirdahayati, R.B. and Bamualin, A. 1990. Penampilan produksi dan struktur populasi sapi Bali di Pulau Timor, Nusa Tenggara Timur. *Proc. Seminar Nasional Sapi Bali*.Fak. Peternakan UNUD. Denpasar

Wodzicka-Tomaszewska, M., T.D. Chaniago, and I.K. Utama. 1998. Reproductionin Relation to Animal Production in Indonesia. Bogor: Institut Pertanian BogorAustralia Project.

Yanuarianto, O. dan H. Hartadi, 2002. Estimation of Energy Digestibility Values of Peanut Straw, King Grass, and Corn Stover on Ongole Crossbred Cattle. *J. Anim.Sci.Tech.* 1(2):106-114



Young, B.A. dan A. A. Degen, 1991. Thermal Influence in Ruminants. Dalam: *Environmental Aspects of Housing for Animal Production*. Clark, J.A. (Ed.). Butterworths, London. pp.167-180

Young, B.A., 1985. Physiological Responses and Adaptation of Cattle. Dalam: *Stress Physiology in Livestock*. Vol.2. M. Yousef (Ed.). CRS Press, Boca Raton, FL.

Yousef, H. M., 1992. Animal Adaptation to Environment Temperature. Dalam: *Farm Animal and the Environment*. Phillips, C. dan D.Diggins (eds). C.A.B. Int. UK.

Yuliani, E. dan I.W.Sumadiasa, 2002. Peningkatan Efisiensi Reproduksi Sapi Potong dengan Aplikasi Teknologi Fertilisasi *In Vitro*. *Maj. Ilmiah ORYZA*. 7(2):8-15

Yurmiati, H., 1997. Pengaruh Tinggi Tempat Terhadap Pertambahan Bobot Badan dan Ukuran Tubuh Domba Lokal Garut dan Silangannya dengan Domba Dormer Sampai Sapih. *Pub. Berkala Hasil Penelt. Univ. Padjadjaran, Bdg*. Vol.7(21):116-122

Zainuri, L.A., Rodiah, L.W.Pribadi, A.S.Drajat, 1998. Efisiensi Reproduksi Sapi Bali dalam Program Persilangan dengan Berbagai Bangsa Pejantan Turunan Bos Taurus di Pulau Lombok. *Maj. Ilmiah Peternakan "Bovine"*, 11(31):24-29

Zdunczyk, S., E.S. Mwaanga, W. Branski, dan T. Janowski, 2002. Plasma Progesteron Levels and Clinical Findings in Dairy Cows with Post-partum Anestrus. *Bull. Vet. Inst. Pulawy*, 46:79:86

